

POLICIES Research Report Nr. 98-2010

*NUTZEN UND EFFEKTE DER
GRUNDLAGENFORSCHUNG*

Andreas Schibany, Helmut Gassler

Juli 2010

Nutzen und Effekte der Grundlagenforschung

Im Auftrag des Wissenschaftsfonds (FWF) und des Bundesministeriums für Wissenschaft
und Forschung (BMWF)

Andreas Schibany

Helmut Gassler

Wien, Juli 2010

Kontakt:

Andreas Schibany

Joanneum Research - POLICIES

Zentrum für Wirtschafts- und Innovationsforschung

Sensengasse 1, 1090-Wien

e-mail: andreas.schibany@joanneum.at

Tel.: +43 1 581 75 20/2823

Inhalt

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Executive Summary | 3 |
| 2 | Einleitung | 6 |
| 2.1 | Vorbemerkung | 6 |
| 2.2 | Das definitorische Grundgerüst | 7 |
| 3 | Ansätze und Modelle..... | 9 |
| 3.1 | Die Bilanz-Metapher | 9 |
| 3.2 | Kurzer historischer Exkurs der Wirkungsmessung von F&E | 11 |
| 3.3 | Konzeptionelle und methodische Ansätze..... | 12 |
| 3.3.1 | Ansätze wissenschaftlicher und technologischer Entwicklung | 13 |
| 3.3.2 | Alte und neue Paradigmen..... | 16 |
| 3.4 | Die Rolle der öffentlichen Hand bei der Forschungsfinanzierung | 18 |
| 3.4.1 | Wissensspillovers..... | 19 |
| 3.4.2 | Risiko und Unsicherheit | 21 |
| 4 | Grundlagenforschung in Österreich..... | 24 |
| 4.1.1 | Grundlagenforschung im Unternehmenssektor | 27 |
| 4.1.2 | Grundlagenforschung im Hochschulsektor..... | 29 |
| 5 | Outputs, Transfer und Wirkung | 31 |
| 5.1 | Wissenschaftliche Publikationen | 34 |
| 5.1.1 | Internationale Ko-Publikationen | 43 |
| 5.1.2 | Ko-Autorenschaft-Index | 48 |
| 5.2 | Humankapital (Forschungspersonal und Absolventen) | 51 |
| 5.3 | Akademische Spinoff-Gründungen | 54 |
| 5.3.1 | Definition und Messproblematik..... | 54 |
| 5.3.2 | Deskriptive Ergebnisse | 56 |
| 5.4 | Transfer und Transferwirkung | 61 |
| 5.4.1 | Das Europäische Paradoxon..... | 62 |
| 6 | Quo Vadis Grundlagenforschung? Szenarien zur Entwicklung der Grundlagenforschung in Österreich bis 2020..... | 65 |
| 7 | Ausblick..... | 68 |
| 8 | Referenzen..... | 69 |

1 Executive Summary

Öffentlich geförderte Forschung muss wirtschaftlich und gesellschaftlich etwas bringen. Dieser vielerseits geäußerten Überzeugung steht die fast elitär anmutende Definition der OECD gegenüber, die unter Grundlagenforschung jene originären wissenschaftliche Tätigkeiten versteht, welche den Stand des Wissens vermehren, ohne Ausrichtung auf ein spezifisches praktisches Ziel'. Ist dies ein allzu privilegierter Ansatz oder ist vielmehr die Mehrheitsforderung nach ‚relevanten Outputs‘ verfehlt? Hat Grundlagenforschung einen Nutzen, auch wenn sie kein praktisches Ziel hat? Die vorliegende Studie soll auf diese grundsätzlichen Fragen klärende Antworten bieten.

Gerade in wirtschaftlich schwierigen Zeiten will die öffentliche Hand gern Ergebnisse, Erträge und Wirkungen als Resultat der Forschungsförderung sehen. Die ‚output- oder wirkungsorientierte‘ Forschungsförderung ist Ausdruck dieser Haltung. Allerdings können outputorientierte Förderkriterien (wie direkt messbare ökonomische Effekte oder messbare Beschäftigungswirkungen), welche kurz- bis mittelfristig ausgerichtet sind, auch zu falschen Anreizsystemen und überzogenen Hoffnungen führen. Zu groß sind die exogenen Einflussfaktoren auf die Wirkungen von Forschungsergebnissen, zu mehrdimensional ist die Forschungstätigkeit an sich, um die Effekte von Forschungsleistung in einer simplen Input–Output-Relation bestimmten Wirkungsdimensionen zuordnen zu können. Dass auch heute noch das förderpolitische Denken diesem banalen Wirkungsmodell verhaftet ist, erstaunt spätestens in der aktuellen Wirtschaftskrise: Viele Länder, in denen die derzeitige makroökonomische Krise besonders tief ist, schnitten in den FTI-relevanten Wettbewerbsrankings der letzten Jahre eigentlich ganz gut ab. Ein zu starker Fokus auf die Outputorientierung scheint daher mehr die Auswirkungen auf internationale Rankings und Scoreboards im Sinn zu haben als die Weiterentwicklung des wissenschaftlich-technologischen Wissens und Könnens.

Im Jahr 2007 investierte Österreich 1,182 Mrd. € in die Grundlagenforschung; das ist ein Anteil von 0,44 % am BIP. Damit befindet sich Österreich in einem ‚mittleren‘ Bereich der OECD-Länder. Besonders hohe Anteile der Grundlagenforschung am BIP haben vor allem die Schweiz (0,83 %) und Israel (0,64 %). Träger der Grundlagenforschung in Österreich ist vor allem der Hochschulsektor, auf den 70 % der österreichischen Grundlagenforschung entfallen (innerhalb des Hochschulsektors beträgt der Anteil der Grundlagenforschung allerdings nur 50 %). Unternehmen investieren nur ca. 3,3 % ihrer F&E-Ausgaben in Grundlagenforschung (wobei überraschenderweise vor allem die forschungsintensiven Branchen tendenziell eher wenig in Grundlagenforschung investieren) – dies kann als Indiz für eine funktionierende Arbeitsteilung gesehen werden: Unternehmen ziehen sich aus der langfristig orientierten Forschung zurück und damit kommt der öffentlichen Forschung als Quelle von Grundlagenwissen eine immer größere Bedeutung zu.

Grundlagenforschung ist langfristig ausgerichtet, mit einem hohen Risiko (bzw. Unsicherheit) behaftet was den Output betrifft, orientiert sich an selbst gesetzten Qualitäts- und Exzellenzkriterien und wirtschaftliche Effekte der Grundlagenforschung können seriöserweise ex ante nicht abgeschätzt werden. Freilich haben sämtliche neuen Querschnittstechnologien und die daraus resultierenden radikalen Innovationen ihren Ursprung in der Grundlagenforschung – was jedoch nicht den Umkehrschluss zulässt, dass die Ergebnisse der Grundlagenforschung allesamt in radikale Innovationen münden. *Basic science with a business plan* hat wenig Erfolgsaussichten.

Die Messbarkeit von Effekten aus der Grundlagenforschung gerät sehr rasch an ihre Grenzen. Auch die ex-post Messung von vermeintlichen Wirkungen mündet meistens in langweilige Schätzgleichungen mit fast selbstverständlichen Ergebnissen – nicht jede Art von Wirkung ist messbar.

Dennoch lassen sich verschiedene Kategorien von Output- und Transfermechanismen aus der akademischen Forschung in den Wirtschaftssektor festmachen, welche in jenen kleinen Bereichen, in welchen die Outputs direkt messbar sind, immense ökonomische Wirkung erzielen. Daraus lässt sich folgern, dass man sich über die wirtschaftliche Relevanz der akademischen Forschung keine Sorgen zu machen braucht.

1. Wissenschaftliche Grundlagen sind unabdingbar für technologische Entwicklungen und bedeuten neue Ideen und technologische Opportunitäten für Unternehmen. Die Ausweitung des Wissensstocks, die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zählen somit zu den ureigensten Aufgaben der öffentlich finanzierten Grundlagenforschung. Der Output wird gemeinhin in wissenschaftlichen Publikationen gemessen:
 - Österreich weist einen Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen von ca. 0,6 % auf. Die durchschnittlichen jährlichen Wachstumsraten (3 %) waren in Österreich in den vergangenen Jahren deutlich höher als im westeuropäischen Vergleich. Österreich konnte sich somit in das internationale Wissenschaftssystem erfolgreich integrieren.
 - Das in den letzten Jahren beschleunigte Wachstum der Zahl wissenschaftlicher Publikationen wird vor allem durch die asiatischen Staaten, allen voran China und Indien, angetrieben. Bereits heute weisen diese Länder ein bedeutsames Gewicht in der globalen Wissensproduktion auf: So konnte China zwischen 1995 und 2007 seinen Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen von 1,6 % auf 7,5 % beinahe verfünffachen.
 - Bezüglich Publikationsintensität (Publikationen je Wissenschaftler) und Relevanz einer wissenschaftlichen Arbeit (Zitationen je Wissenschaftler) liegen die USA, gefolgt von einigen kleineren europäischen Ländern mit traditionell hoher Forschungsorientierung an der Spitze. Österreich liegt diesbezüglich im unteren Mittelfeld. Auch hinsichtlich der Zahl der wissenschaftlichen ‚Superstars‘ (vielzitierte Wissenschaftler) liegt Österreich im Hintertreffen.
2. Gut ausgebildetes Forschungspersonal und Humankapital zählen zu einer weiteren Outputkategorie der Forschungsaktivitäten im akademischen Sektor. Der gleichsam ‚automatische‘ Wissenstransfer vom Hochschulsystem in die Wirtschaft via Absolventen ist ein nicht zu unterschätzender Beitrag der Universitäten für das Innovationssystem. Dabei stellen spezifische forschungs- und entwicklungsrelevante Fähigkeiten die wichtigste Voraussetzung für Innovationsprozesse im Unternehmenssektor dar.
 - An den österreichischen Universitäten ist die Zahl der beschäftigten Personen zwischen 2005 und 2009 um 23 % auf knapp 50.000 gestiegen, die Zahl der arbeitszeitbereinigten Arbeitsplätze (sog. Vollzeitäquivalente) stieg um 17 % auf 34.000. Die Zahl der Professorenstellen ist dabei allerdings annähernd konstant geblieben. Ein Gutteil der Beschäftigtenzunahme ist der Ausweitung der Zahl der ‚Drittmittelbeschäftigten‘ zuzuschreiben, deren Wachstum bei 44 % (VZÄ) bzw. 61 % (Kopfzahl) lag. Gleichzeitig zeigt sich ein ausgesprochener Trend zur universitären ‚Halbtagsbeschäftigung‘ im nicht-habilitierten Mittelbau: Auf eine Vollzeitstelle kommen im Schnitt zwei Köpfe. Die Beschäftigtenstruktur an Österreichs Universitäten verschiebt sich in Richtung ‚Teilzeitarbeit‘.
3. Unternehmensgründungen aus dem akademischen Bereich (Spinoffs) leisten einen wichtigen Beitrag zum wirtschaftlichen Strukturwandel und stellen die direkteste Form der Verwertung von neuem Wissen dar, indem neue Forschungsergebnisse direkt in kommerzielle Anwendung transferiert werden. Die Zahl der akademischen Spinoff-Gründungen ist in Österreich in den vergangenen Jahren gestiegen. Derzeit kann deren absolute Anzahl auf jährlich ca. 500 Gründungen geschätzt werden.

Wir plädieren in der vorliegende Studie daher für einen Paradigmenwechsel in der wissenschaftsorientierten Förderpolitik – nicht für einen großen und einschneidenden (dafür war die Entwicklung den letzten Jahren zu erfolgreich) sondern eher für eine Änderung in der Erwartungshaltung. Denn die Outputorientierung erledigt der wissenschaftsimmanente Wettbewerb ohnehin selbst – dazu bedarf es nicht noch zusätzlicher Kriterien des Wirkungsnachweises oder der wirtschaftlichen Relevanz.

Das Vorliegen sozialer Erträge ist eine robuste Begründung für die öffentliche Förderung von F&E. Dabei zeigen theoretische Überlegungen (wie sie auch bereits in den 1950er Jahren angestellt wurden), dass es vor allem die Grundlagenforschung bzw. die Forschung im öffentlichen Sektor sind, welche den höchsten Grad an positiven externen Effekten aufweisen, womit die Finanzierung dieser Forschungsarten eine ureigene öffentliche Aufgabe ist.

Die andere Legitimation für die öffentliche Finanzierung von F&E liegt im Risiko / der Unsicherheit von Forschungstätigkeiten. Der Glanz radikaler Innovationen hat vielerorts zu der Forderung geführt, die öffentliche Hand sollte verstärkt solche fördern. Bloß – das eigentliche Risiko liegt in der Unmöglichkeit, ex ante etwaige Forschungsausgaben und deren Wirkungen abschätzen zu können. Statt sich daher auf radikale Innovationen zu konzentrieren – die immer eine Ausnahme sind, nicht planbar und deren Erfolg mitunter von Glück abhängt – sollte die öffentliche Hand verstärkt jene Forschungsart fördern, welche per definitionem risikoreich, offen und langfristig orientiert ist und welche private, gewinnorientierte Unternehmen in zu geringem Ausmaß durchführen.

Mehr Grundlagenforschung und ihre Förderung sind somit der wesentliche Schlüssel zur erfolgreichen Umsetzung der in letzter Zeit so vielstrapazierten *Frontrunner*-Strategie.

2 Einleitung

2.1 VORBEMERKUNG

Dass Forschung und Entwicklung (F&E) eine zunehmend wichtige Rolle für gesamtwirtschaftliches Wachstum spielen, scheint mittlerweile eine unbestrittene Tatsache zu sein. Keine Studie und kein Strategiedokument ohne Hinweis auf die Wichtigkeit und Bedeutsamkeit von F&E für Wettbewerbsfähigkeit und Wachstum. Und freilich lässt sich dieser Zusammenhang auch empirisch nachweisen – zwar leichter auf der Mikroebene, aber auch auf der Makroebene. Für eine hochentwickelte Volkswirtschaft – wie sie Österreich ohne Zweifel darstellt - bestehen wenige Alternativen zu jenen Investitionen, welche auf eine Stärkung der allgemeinen Wissensbasis und Innovationsfähigkeit abzielen.

Nur – so leicht solche Statements von den Lippen gehen und so rasch Einigkeit und Einsicht darob in wirtschaftlich guten Zeiten zu erzielen sind, so schwierig und mitunter kämpferisch gestalten sich konkrete Positionen dazu in wirtschaftlich schwierigen Zeiten. Die Politik sieht sich einer steigenden Zahl von Interessen gegenüber und sehr rasch muss die langfristige Ausrichtung strategischer Überlegungen den kurzfristigen Dringlichkeiten weichen – und diese können ebenfalls sehr persistent werden. Grundsätzlich haben unter solchen Bedingungen jene Maßnahmen und Förderideen die scheinbar besseren Argumente auf ihrer Seiten, welche die direkten ökonomischen Effekte, die Beschäftigungswirkung oder andere messbaren Wirkungen darstellen können – und dies in einer möglichst kurzen Zeitperiode. Rasch ist man mit diversen „Hebelrechnungen“ zur Stelle und je länger so ein Hebel ist desto wahrscheinlicher ist es, dass die politische Aufmerksamkeit sich darauf fokussiert. Dadurch hat in solchen Zeiten jene Forschungsart, welche langfristig ausgerichtet ist, welche mit einem hohen Risiko (bzw. Unsicherheit) behaftet ist, welche ausschließlich der wissenschaftlichen Qualität und Exzellenz verhaftet ist – i.e. die akademische Forschung bzw. Grundlagenforschung – ein wenig das Nachsehen. Nicht, dass es nicht eine Fülle an Literatur gibt, welche die ökonomischen Effekte der Grundlagenforschung nachweist und welche zu zeigen versucht, welch 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 der vorliegenden Studie daher einen zusammenfassenden (und auffrischenden) Blick auf diese umfassende Literatur werfen, in der Ansätze und Methoden entwickelt wurden, um die ökonomischen Effekte der Grundlagenforschung nachzuweisen. Wir wollen einige dieser Ansätze auch auf Österreich anwenden, um zu zeigen, dass die ökonomischen Wirkungen der akademischen Forschung genügend hoch sind um sich nicht darüber Sorgen zu machen. Und wir wollen zeigen, dass es vielleicht wenig sinnvoll ist, einen einheitlichen Wirkungsmechanismus über sämtliche Forschungsarten anzunehmen und darauf basierend die wirtschaftlichen Erwartungen zu definieren.

Die Studie teilt sich in folgende Abschnitte:

Im ersten Teil stellen wir Modelle, Ansätze und Paradigmen der wissenschaftlichen Forschung und deren Wirkungsabschätzung vor. Im Mittelpunkt stehen allerdings eher die Grenzen und Einschränkungen derartiger Versuche. Auch wird analytisch und konzeptiv die Rolle der öffentlichen Hand in der Forschungsfinanzierung behandelt.

In zweiten Teil werden die relevanten Ergebnisse der aktuellen F&E-Vollerhebung durch Statistik Austria vorgestellt, welche eine gute empirische Basis für die Abschätzung des Ausmaßes der Grundlagenforschung in Österreich bietet.

In dritten Teil werden drei Bereiche empirisch/deskriptiv näher beschrieben, welche eine hohe wirtschaftliche Relevanz aufweisen bzw. die genuine Aufgabe von Forschungstätigkeit betreffen: wissenschaftliche Publikationen, Humanressourcen und akademische Spinoffs. Dass das Interesse vor allem der europäischen Forschungspolitik eher im Transferbereich denn im Bereich der eigentlichen Forschungsförderung lag, wird in der kurzen Analyse des mittlerweile berühmtesten Paradoxons in der FTI-Politik behandelt.

Eine Szenarienrechnung für die Entwicklung der Grundlagenforschung wird im letzten Kapitel vorgestellt. Abhängig von verschiedenen Zielindikatoren (F&E-Quote von 3,76 % im Jahr 2020 oder die Orientierung am BIP-Anteil der Grundlagenforschung in der Schweiz) werden verschiedene Entwicklungspfade für die Grundlagenforschung dargestellt.

2.2 DAS DEFINITORISCHE GRUNDGERÜST

Traditionellerweise werden - insbesondere im naturwissenschaftlich-technischen Bereich - drei Forschungsarten unterschieden:

- Grundlagenforschung
- Angewandte Forschung
- Experimentelle Entwicklung

Das *Frascati*-Manual der OECD (2002) 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.”¹

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 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“. Grundlagenforscher wissen gemeinhin 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*“.²

Nun umfasst die Grundlagenforschung in ihrer Allgemeinheit ein sehr heterogenes Spektrum – von solchen Aktivitäten, die sehr nahe an den technologischen Entwicklungen sind (aber dennoch keine unmittelbare praktische Anwendung als Ziel vor Augen haben) bis hin zu generisch aus der wissenschaftlichen Entwicklung selbst definierten Forschungsbereichen. Das *Frascati*-Manual unterscheidet daher zwischen reiner und orientierter Grundlagenforschung:³

¹ OECD (2002), S. 77

² Cowan (2005), S. 7

³ OECD (2002), S. 78

- *Pure basic research is carried out for the advancement of knowledge, without seeking long-term economic or social benefits or making any effort to apply the results to practical problems or to transfer the results to sectors responsible for their application.*
- *Oriented basic research is carried out with the expectation that it will produce a broad base of knowledge likely to form the basis of the solution to recognised or expected, current or future problems or possibilities.*

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. Die Input-Output Relation vor allem im Bereich der Grundlagenforschung beschäftigt daher nicht nur die ökonomische Theorie seit den Sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts – was letztlich nicht geringe Auswirkungen auf Finanzierung hat. Viele der gegenwärtigen Diskussionen wurden ähnlich bereits früher geführt. Aber die Diskussionen und Analysen zeigen doch zunehmend ein facettenreicheres Bild, vor allem was die Vielschichtigkeit und das Ausmaß der Wirkungen betrifft, wie in den folgenden Kapiteln zu sehen sein wird.

3 Ansätze und Modelle

3.1 DIE BILANZ-METAPHER

Mit der zunehmenden Bedeutung von F&E steigen natürlich auch die politischen und sozialen Erwartungen an die Effekte und Wirkungen von F&E. Wenn schon – wie behauptet wird – der positive Wachstumseffekt von F&E unbestritten ist, so will man diesen auch - und vor allem - für die öffentlich finanzierten F&E-Ausgaben nachgewiesen sehen. So nachvollziehbar diese Grundhaltung ist (und im übrigen auch auf sehr viel mehr öffentliche Bereiche zutreffen sollte), man begibt sich damit auf das unsichere Terrain des „Input-Output Denkens“. Obgleich daher als Ausdruck politischer Redlichkeit und Sorgfalt nicht genügend hoch einzuschätzen - die Unsicherheit liegt in einem zu mechanistischen In-Beziehung-Setzen zwischen den Inputs (meistens monetäre Investitionen) und Outputs (ökonomisch nachweisbare Effekte und Wirkungen).

Input → Forschungstätigkeit → Output

Sei es in Form von überzogenen Erwartungen, von zeitlich zu eng dimensionierten Hoffnungen und von falscher Beispielwirkung – die Gefahr ist groß, dass daraus falsche Anreizsysteme resultieren, welche über einen langen Zeitraum betrachtet der F&E eher schaden. Gründe für diese möglichen Fehlentwicklungen liegen zum einen in den Charakteristika von Forschung selbst sowie in dem Zusammenspiel zwischen Erwartung und messbaren Resultaten begründet: Denn es geht hier um Begrifflichkeiten wie Wissen, Spillover-Effekte, Risiko und Unsicherheit, sozialer Ertrag, indirekte Effekte etc. 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 Jahren – als F&E auch auf der politischen Agenda an Bedeutung gewonnen hat – ein übertriebener Glaube an die Messbarkeit und Planbarkeit von Forschungsausgaben beobachten.

Zum anderen liegen die Gründe jedoch in der Rolle des Unternehmenssektors bei der Entwicklung der F&E-Ausgaben sowie in der zunehmenden Bedeutsamkeit von Investitionen in F&E auf Unternehmensebene. Ein Unternehmen investiert dann in F&E, wenn dadurch der Erwartungswert des *Return on Investment (RoI)* steigt – das heißt, der zukünftige Ertrag liegt über den Investitionskosten. Eine adäquate Abschätzung des damit verbundenen Risikos sowie eine Nutzung sämtlicher vorhandener Informationen kann man am ehesten noch dem Unternehmen selbst zutrauen – wer sonst außer das Unternehmen kann die zugänglichen exogenen aber auch der unternehmensinternen, endogenen, Informationen verarbeiten und den Unternehmensentscheidungen zugrunde legen? Freilich spielt die öffentliche Hand in der Überwindung von Marktversagen eine wichtige Rolle, aber letztlich existieren auf Unternehmensebene wichtige und nicht nur für das Unternehmen selbst messbare Outputs (Produktion, Wachstum, Produktivität, etc.), die letztlich relevant für die Investitionsentscheidung sind. Auf Mikroebene sind daher die Wirkungen von F&E auf den Unternehmenserfolg, auf das Wachstum von Unternehmen sowie deren Wettbewerbsfähigkeit mittlerweile empirisch sehr gut abgesichert.

Regressionsgleichungen auf Makroebene bestätigen und erhärten die Befunde, die auf einen signifikanten Zusammenhang zwischen F&E-Aktivität und Wachstum schließen lassen – was sich vor allem aus den gestiegenen F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors erklärt. Denn wie in dem bislang

größten und umfangreichsten Projekt – dem Wachstumsprojekt der OECD⁴ – schön zu sehen war, es ist vor allem die unternehmensbasierte F&E, welche für den positiven Zusammenhang zwischen F&E-Gesamtintensität und dem Produktionswachstum ausschlaggebend ist.

Rasch an die Grenzen dieser Art von Analysen gerät man – und damit an die Legitimationsproblematik öffentlich finanzierter Forschung –, wenn in derartigen Modellen neben den Variablen für die F&E der Unternehmen auch die öffentlich finanzierte F&E (d.h. universitäre und außeruniversitäre Forschung) Berücksichtigung findet. Die Regressionsgleichungen zeigen dann nämlich, dass die öffentliche F&E negative Auswirkungen auf das gesamte Produktionswachstum hat – der Koeffizient hat ein negatives Vorzeichen!

Sehr oberflächlich betrachtet würde das für eine Art *crowding-out* sprechen, der zufolge F&E-Investitionen des öffentlichen Sektors nur an die Stelle von Aktivitäten des privaten Sektors treten und die öffentlichen Mittel daher wirksamer (im Sinne der Wirksamkeit auf das gesamtwirtschaftliche Wachstum) vom privaten Sektor genutzt werden könnten. Bloß – und die OECD unterstreicht dies sehr deutlich – ist die Realität ein wenig komplexer, kommen spezifische Übertragungswege und spezifische Effekte zur Entfaltung, die mit Regressionsanalysen nicht identifiziert werden können. Während die unternehmensbasierte F&E direkter auf die Innovationstätigkeit und die Umsetzung neuer Produktionsverfahren ausgerichtet ist (womit sie rasch zu Produktivitätssteigerung führt), heben andere Formen von F&E (wie z.B. die Grundlagenforschung) das Technologieniveau auf kurze Sicht wohl nicht in signifikanter Weise an. Sie können aber stattdessen grundlegende Erkenntnisse liefern, von denen möglicherweise „technology spillovers“ ausgehen. Letztere lassen sich jedoch nur schwer identifizieren, nicht zuletzt wegen der großen zeitlichen Verzögerung, mit der sie zum Tragen kommen, und der möglichen Interaktionen mit dem Humankapital und anderen Bestimmungsfaktoren des Wachstums.

Das Vorhandensein von Outputindikatoren, die mögliche Messbarkeit von wirtschaftlichen Wirkungen sowie die (politisch interessanteren) kürzeren Zeitdimensionen ihrer Nachweisbarkeit, sie alle lassen den Unternehmenssektor – auf dieser Ebene der Betrachtung – besser dastehen als die öffentlich finanzierte und durchgeführte Forschung. Es ist vor allem diese Form der unterschiedlichen Nachweisbarkeit, welche die akademische Forschung und Grundlagenforschung in Legitimationsschwierigkeiten bringt – zumal in wirtschaftlich schwierigen Zeiten. Die Versuchung seitens der FTI-Politik ist nämlich groß, jenen Beurteilungsraster, der vielleicht für die unternehmensbasierte F&E sinnvoll ist, auch auf die öffentliche Forschung anzuwenden. Sicherlich müssen auch für die öffentliche Forschung Finanzierungsmodelle und Anreizstrukturen überlegt werden, was aber nicht heißt, dass Modelle der Output- und Wirkungsmessung, wie sie für den Unternehmenssektor entwickelt wurden, auch für den akademischen Sektor anwendbar wären. Es sind aber vor allem die in den letzten Jahren zunehmende sogenannte „Outputorientierung“ in der Forschungsförderung, die sehr kurzfristig ausgerichteten Erwartungshaltungen sowie die gestiegene Risikoaversion, welche den Druck auf die Grundlagenforschung größer werden lassen und in zunehmenden Maße auch die Tatsache, dass jener Raster, der auf die unternehmensbasierte Forschung angewandt wird, als Förderkriterium auch der akademischen Forschung zugrundegelegt wird. Dies scheint unserer Ansicht nach eine nicht geringe Gefahr für jene Art von Forschung zu sein, welche gemeinhin *curiosity driven research* genannt wird.

Die Logik in der Beurteilung der akademischen Forschung bzw. Grundlagenforschung muss eine andere sein als jene für die Unternehmensforschung. Damit soll nicht einer Beliebigkeit der akademischen Forschung das Wort geredet werden, denn viele der direkten Outputs lassen sich messen

⁴ OECD (2003)

und darstellen - bloß die Direktheit und die zeitlichen Dimensionen der Wirkung sowie die Risikoeinschätzung unterscheiden sich fundamental von den F&E-Aktivitäten im Unternehmenssektor. Dies sollte die Politik berücksichtigen in der Formulierung ihrer Erwartungen an die Grundlagenforschung und akademische Forschung.

3.2 KURZER HISTORISCHER EXKURS DER WIRKUNGSMESSUNG VON F&E

Eine Produktionsfunktion ist das erste und auch nächstliegende Modell, welches eine Reihe von Inputs in Beziehung zu einem Output setzt. Und es findet auch Anwendungen, um den Bereich der Wissenschaft/Forschung in die ökonomische Analyse zu integrieren.⁵ Eine oft vergessene Tatsache ist, dass es Schumpeter war, der Innovation in Form einer Produktionsfunktion beschrieb: *„This function describes the way in which quantity of product varies if quantities of factors vary. If, instead of quantities of factors, we vary the form of the function, we have an innovation Innovation is the combination of factors in a new way, the setting up of a new production function”*.⁶

Von dem NBER⁷ wurde 1960 eine mittlerweile berühmt gewordene Konferenz über die *economics of science* organisiert, auf der erstmals die Input-Output-Beziehung mittels einer Produktionsfunktion diskutiert wurden. 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“*⁸ und erinnert frappant an heutige Konferenzthemen. 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“*.⁹ Die Gründe liegen in der Schwierigkeit der Messung der Inputs und Outputs sowie in der Beziehung bzw. Übertragung zwischen Inputs und Outputs. So sagt 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 fährt fort: *„no doubt, there is a direct relationship of some kind, but we have no evidence that this relationship does not change“*.¹⁰ Und Grilliches kommt zu dem resignierenden aber klaren 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”*.¹¹ 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.

Eine der notwendigen Konsequenzen bestand in der besseren und strukturierten Erfassung von Daten. Mit der Gründung der OECD im Jahr 1961 wurden die dafür notwendigen institutionellen Voraussetzungen geschaffen und mit Chris Freeman auch die richtige Person gefunden um die entsprechenden Initiativen zu koordinieren und inhaltlich zu gestalten. Der Grundstein für eine strukturierte Erfassung und Generierung von forschungsrelevanten Daten, Indikatoren sowie statistischen Konventionen wurde bei einem Treffen in Frascati (Italien) 1963 gelegt.¹² Gerade im Problem der Messung sah Freeman die Notwendigkeit, eine entsprechende Datengrundlage zu schaffen, welche nicht zuletzt auch die empirische Basis für nachfolgende wissenschaftliche Analysen darstellte.¹³ Und Freeman verfiel auch nicht in Resignation, wenn es darum ging, neuerliche

⁵ Siehe dazu Godin (2007)

⁶ Schumpeter (1939), S. 87ff

⁷ National Bureau of Economic Research

⁸ Grilliches (1962), S. 347

⁹ Ebenda. S. 348

¹⁰ Sanders (1962), S. 55

¹¹ Grilliches (1962), S. 350

¹² Siehe dazu die sehr interessanten Ausführungen in Godin (2007).

¹³ „The argument that the whole output of R&D is in principle not definable is unacceptable (...). If we cannot measure all of it because of a variety of practical difficulties, this does not mean that it may not be useful to measure part of it. The GNP does not measure the

Anstrengungen von Wirkungsmessungen durchzuführen – freilich mit der entsprechenden Vorsicht und Bedachtheit.¹⁴

3.3 KONZEPTIONELLE UND METHODISCHE ANSÄTZE

Die Literatur ist äußerst umfassend und manche der Analysen haben wesentlich dazu beigetragen, ein spezifischeres und differenzierteres Bild der wissenschaftlichen Produktion und deren Wirkung zu schaffen.¹⁵ Dabei liefern ökonometrische Analysen im Rahmen von Wachstumsmodellen samt recht einfachen Annahmen über die Entstehung und Diffusion von Forschungsoutputs ein sehr aggregiertes Bild über die Wirksamkeit von Forschung. Zwar kommen die jeweiligen Analysen zu leicht unterschiedlichen Schlussfolgerungen, grosso modo können sie jedoch zeigen, dass technologische Entwicklung eine wichtige Determinante im Wachstumsprozess darstellt (Lucas 1988; Grossman und Helpman 1991, 1994; Romer 1994; Aghion und Howitt 1995). Auch die aktuellste Generation von Wachstumsmodellen zeigt, dass diese zwar fundierte Aussagen über die Zusammenhänge von Wachstum und Wettbewerbsintensität, Konvergenz, Handel oder Armut darstellen können (Aghion und Howitt 2009), über die spezifische Rolle der Grundlagenforschung oder gar deren Wirkungen auf gesamtwirtschaftliches Wachstum allerdings wenig sagen - was nicht weiter verwundert. Zwar wurden einige Versuche unternommen die ökonomischen Wirkungen von akademischer Forschung auf das Wachstum abzuschätzen (Bergmann 1990; Martin 1998), aber wie Nelson (1998) richtig betonte, münden diese Versuche aufgrund mangelnder Indikatoren meistens in die sehr simple Methode, wissenschaftliche Publikationen 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 beantwortbar sein werden.

Um dies an einem Beispiel zu exemplifizieren: Angenommen die Grundlagenforschung im Bereich der Molekularbiologie und Humangenetik führt zu neuen Erkenntnissen, welche schließlich die Entwicklung eines wirksamen Medikaments gegen eine bestimmte Krankheit ermöglichen. Nehmen wir weiters an, eine Person mittleren Alters ist an eben dieser Krankheit erkrankt und dieses Medikament ermöglicht somit eine Genesung oder zumindest eine deutliche Verlängerung der Lebenserwartung. Dies steigert zunächst den „privaten Ertrag“ der betreffenden Person, man könnte auch an einen bestimmten sozialen Ertrag denken, welche diese Innovation induzierte. Im Rahmen von Kosten-Nutzen Analysen lassen sich die Erträge eines Medikamentes sehr gut abschätzen. Wann jedoch welcher Bereich der Grundlagenforschung zu dieser Entwicklung beigetragen hat, lässt sich hingegen nicht berechnen.

Aber auch der Blick in die Vergangenheit zeigt, dass Grundlagenforschung immer wieder zu gänzlich neuen industriellen Anwendungen geführt hat, deren Wachstumseffekte – bedingt durch die extrem

whole of the production activity of any country, largely because of the practical difficulties of measuring certain types of work. The measurement of R&D inputs omits important areas of research and inventive activity. But this does not mean that GNP or R&D input measures are useless” (Freeman 1969, S. 10-11).

¹⁴ „The argument that the input/output relationship is too arbitrary and uncertain in R&D activity to justify any attempts to improve efficiency of effectiveness (...) rests largely on the view that unpredictable accidents are so characteristic of the process that rationality in management is impossible to attain (...). The logical fallacy lies in assuming that, because accidental features are present in individual cases, it is therefore impossible to make useful statistical generalizations about a class of phenomena” (Freeman 1969, S. 11).

¹⁵ Im Jahr 2007 fand zu diesem Thema eine internationale Konferenz unter Federführung des ESF und des FWF statt (siehe FWF 2007). Die Ergebnisse der Konferenz („Science Impact. Rethinking the Impact of Basic Research on Society and the Economy“): www.science-impact.ac.at

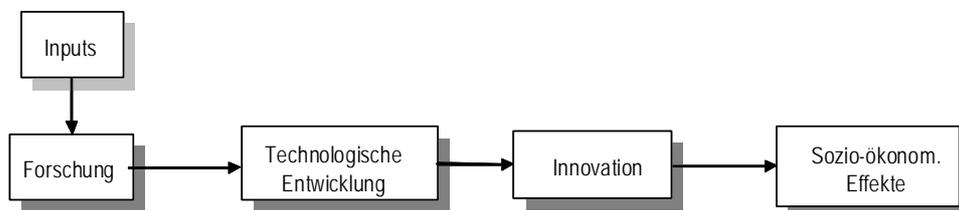
langen Zeithorizonte zwischen der Grundlagenforschung und Anwendung – einfach nicht einschätzbar sind. Man denke zum Beispiel daran, dass im 18. Jahrhundert Elektrizität als bloßes Kuriosum gegolten hat und erste konkrete Anwendungen erst im 19. Jahrhundert entwickelt wurden und im 20. Jahrhundert gab 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.

3.3.1 Ansätze wissenschaftlicher und technologischer Entwicklung

Auf Basis dieser Erfahrungen sowie im Zuge der Entwicklung ‚systemischer Ansätze‘ hat sich über die letzten Dekaden auch die Konzeption wissenschaftlicher Produktion und deren Wirkungsmechanismen verändert und weiterentwickelt. Diese neuen Ansätze sollen vor allem die unterschiedlichen Ausprägungen sowie die Mehrdimensionalität von Forschungstätigkeit zeigen und unterstreichen, wie fruchtlos eine simple Input-Output Relation für eine Einschätzung der Wirkungsmechanismen ist.

Sehr früh und auf seine Art berühmt wurde das sogenannte ‚lineare Modell‘ (oder ‚science-push model‘), welches postuliert, dass Innovationsprozesse mit der Grundlagenforschung beginnen und über die Angewandte Forschung, die technologische Entwicklung schließlich bei Innovation und deren Produktion und Diffusion enden (siehe Abbildung 1). Dieses Modell ist eine ‚rhetorical entity‘¹⁶, welches durch seine Einfachheit und vor allem dadurch besticht, dass die Bereiche erwähnt werden, welche statistisch erfasst und die Grundlage der aktuellen OECD-Manuals bilden. Dieses Modell wird gemeinhin mit V. Bush (1945) in eine ursächliche Verbindung gebracht – freilich war es schon damals mehr ein theoretisches Konstrukt denn die reale Abbildung wissenschaftlicher und innovatorischer Prozesse.

Abbildung 1: Das lineare Modell („science-push“)



Quelle: Martin und Tang (2007)

Zwar wurde über dieses Modell ein ebenso berühmtes Todesurteil gefällt („*Everyone knows that the linear model of innovation is dead*“)¹⁷ und wird in seiner Simplizität als irrelevant betrachtet. Angesichts der gegenwärtigen Diskussion über Outputorientierung und Wirkungsnachweis kommt allerdings das Bedürfnis auf diesem Modell wieder etwas Leben einzuhauchen. Nicht als Modell *wie* Grundlagenforschung sich gestaltet, sondern vielmehr als Ausdruck eines offenen, eines risikoreichen und - was die Wirkungen betrifft - nicht kalkulierbaren Prozesses.

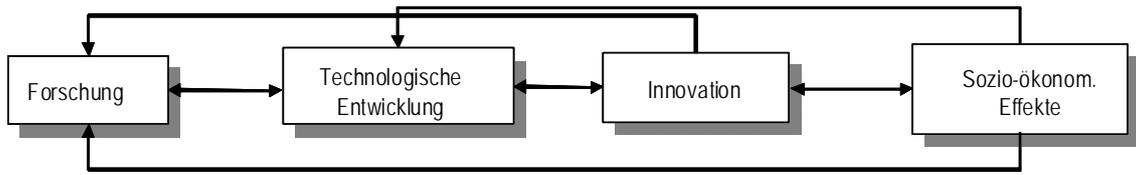
Das nicht weniger berühmte „chain-link“ Modell¹⁸ betont hingegen die Interaktion und Wechselwirkung, d.h. dass die ursächliche Wirkung von Grundlagenforschung keineswegs eindimensional in Richtung eines innovativen Outputs fließt (siehe Abbildung 2). Prozesse der Rückkoppelung lassen schon hier den Beitrag einzelner Forschungsarten auf den eigentlich wirkungsrelevanten Output nur schwer bestimmen.

¹⁶ Godin (2005), S. 35

¹⁷ Rosenberg (1994), S. 139

¹⁸ Kline und Rosenberg (1986)

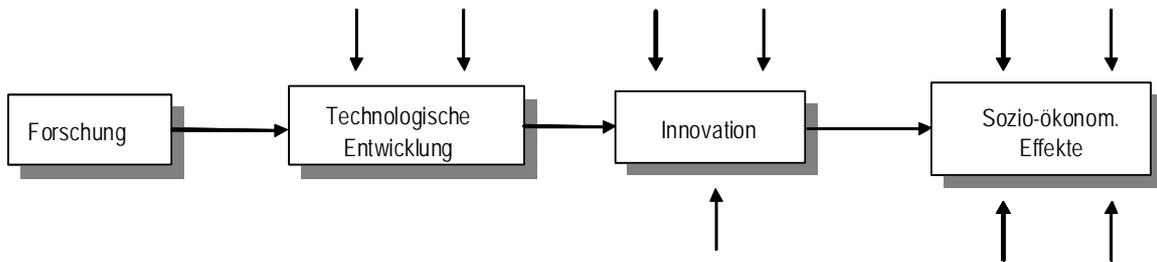
Abbildung 2: Das „chain-link“ Modell



Quelle: Martin und Tang (2007)

Neben den forschungsinhärenten Rückkoppelungen und Wechselwirkungen spielen natürlich auch – vor allem für Innovationsprozesse relevante – exogene Einflüsse eine Rolle. Grundsätzlich sind für Entwicklungsprojekte zwei Arten von Einflüssen (oder auch Risiken bzw. Unsicherheiten) relevant (siehe Abbildung 3). Denn neben einem idiosynkratischen (d.h. endogene/technologiespezifische) Risiko spielen auch systemische (d.h. exogene/marktbezogene) Risiken eine Rolle. Ursachen für systemische Risikokomponenten von FTI-Projekten können z.B. Konjunkturschwankungen, Input-Preisänderungen, allgemeiner technischer Fortschritt oder auch sich ändernde Wettbewerbsbedingungen sein. Also Risiken, welche vom Unternehmen nicht oder kaum beeinflussbar und daher exogen vorgegeben sind.

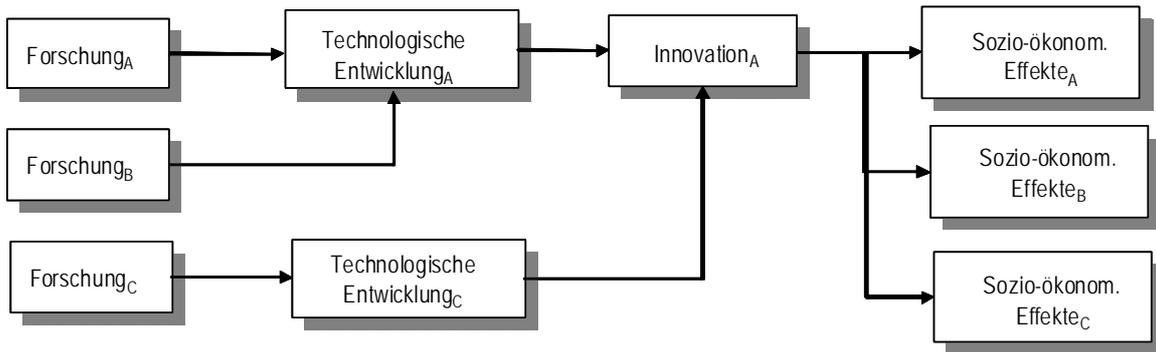
Abbildung 3: Der Einfluss exogener Faktoren



Quelle: Martin und Tang (2007)

Während die (vor allem monetären) Inputs für FTI-Prozesse national bestimmt sind, werden die Outputs von Forschungstätigkeit nicht nur international geschaffen sondern vielmehr auch international genutzt. Innovationen basieren u.a auf der Nutzung von Outputs, welche ursächlich auf F&E-Aktivitäten in anderen Ländern zurückzuführen sind. Dieser „cross-country effect“ (siehe Abbildung 4) unterstreicht die Bedeutung der Investition in die eigene (nationale) Forschungsbasis, um die Absorptionsfähigkeit in der Nutzung von Forschung und Entwicklung aus anderen Ländern zu erhöhen. Diese doppelte Funktion von F&E (*two faces of R&D*) ist eine weitere Evidenz dafür, dass es nicht nur kurzfristig sondern vor allem langfristig fatal wäre, Investitionen in die Forschungsbasis, in die Know-how Erweiterung und letztlich in die Grundlagenforschung zu reduzieren und zu glauben, dass diese sich für ein kleines Land nicht rentieren. Unabhängig von der Größe eines Landes, bedarf es nationaler Anstrengungen und vor allem Investitionen, um das international vorhandene Wissen auch nutzen zu können.

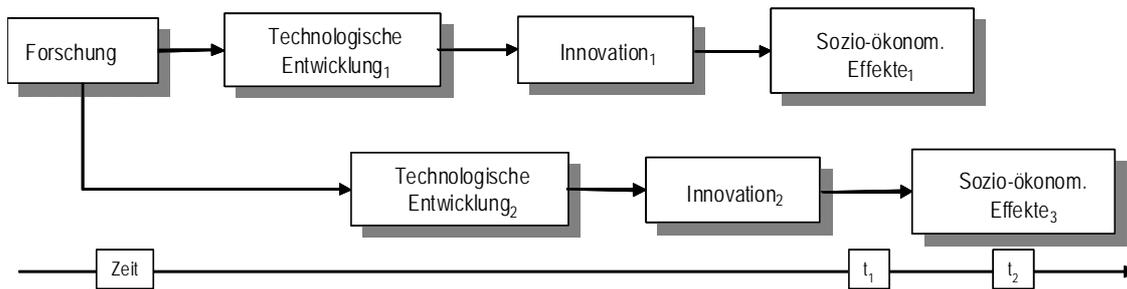
Abbildung 4: Der internationale Kontext (,cross-country effects')



Quelle: Martin und Tang (2007), Anm.: die tiefgestellten Buchstaben beziehen sich auf Länder

Neben dem internationalen Aspekt gilt es vor allem den zeitlichen Aspekt im Verständnis von Forschungswirkung zu berücksichtigen (siehe Abbildung 5). Der Zeithorizont von der Grundlagenforschung bis hin zur wirtschaftlichen nutzbaren und verwertbaren Innovation ist mitunter ein sehr langer. Man kann daher nicht kurz- oder mittelfristig das gesamte Wirkungsspektrum der Forschungstätigkeit ab- und einschätzen. Es ist neben dem Risiko und der Unsicherheit der Grundlagenforschung vor allem die zeitliche Dimension, welche wenig Anreiz für den privaten Sektor bietet, sie zu finanzieren. Auch darin besteht ein wesentlicher Grund für die öffentliche Hand Grundlagenforschung zu fördern und zu finanzieren.

Abbildung 5: Die zeitliche Dimension



Quelle: Martin und Tang (2007)

Neben der dargelegten Schwierigkeit bis Unmöglichkeit, die Effekte von Forschungsleistung eindeutig bestimmten Wirkungsdimensionen zuordnen zu können, existieren auch intrinsische Grenzen, die Effekte von Forschungsleistungen zu quantifizieren. Es existieren keine perfekten und adäquaten Maßzahlen für den Output von Forschung oder auch technologischer Entwicklung – außer ein paar bekannten und keinesfalls umfassenden Indikatoren (wie wissenschaftliche Publikationen, Zitierungen, Dienstleistungen und Patentanmeldungen, Lizenzzahlungen oder auch Spinoff Gründungen). Für nicht direkt messbare Effekte (wie zum Beispiel der Beitrag von Forschung zu einer Verbesserung der Lebensqualität oder einer besseren Umwelt) existieren oftmals keine geeigneten Maßzahlen. Daher sollte auch vermieden werden, dass nur das Messbare und Quantifizierbare als Effekt von Grundlagenforschung anerkannt und akzeptiert wird auf Kosten der langfristigen, mehr qualitativen und indirekten Effekte.

Wir wollen im Folgenden einige Punkte thematisieren, welche über die vergangenen Jahrzehnte die Diskussion geprägt haben und die auch für die gegenwärtige Diskussion von Relevanz sind.

3.3.2 Alte und neue Paradigmen

Gern beruft man sich in der Diskussion über die Charakteristika der Grundlagenforschung, über deren ökonomischen Wert und vor allem darüber, warum die öffentliche Hand diese finanzieren soll, auf zwei grundlegende Papers, welche gemeinhin das Paradigma der sogenannten ‚old economics of science‘¹⁹ begründeten. Dabei geht es um einen bereits 1959 veröffentlichten Aufsatz von Richard Nelson, sowie einen 1962 publizierten Aufsatz von Kenneth Arrow. Es würde allerdings den jeweiligen Intentionen dieser beiden Aufsätze nicht gerecht werden, sie über einen Kamm zu scheren.

Arrow (1962) argumentierte in seinen Ausführungen sehr „eng“, vermittelte ein rein informationsökonomisch begründetes Verständnis von Forschung und schuf jene Grundlage, welche öffentlich finanzierte Forschung als ‚öffentliches Gut‘²⁰ 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‘²¹. 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 „free-rider“ zu sein. Warum soll eine kleine Volkswirtschaft in Grundlagenforschung investieren, wenn die Ergebnisse veröffentlicht und als öffentliche Güter frei verfügbar sind?²²

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.²³

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‘²⁴. 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.²⁵ Und es war auch Keith Pavitt, welcher mit einem entlarvenden Satz auf die Beschränktheit

¹⁹ Dasgupta und David (1994), S. 490

²⁰ Die Standarddefinition eines öffentlichen Gutes enthält Nichtrivalität im Konsum und die Nicht-Ausschließbarkeit in der Nutzung. Zwei Kriterien, welche tendenziell für Grundlagenforschung erfüllt sind.

²¹ Arrow (1962), S. 616

²² Hinter dem jüngst in Österreich vom Präsidenten der Österreichischen Wirtschaftskammer geäußerten Vorschlag „die Grundlagenforschung über Brüssel abwickeln zu lassen“ (APA vom 11.2.2010) lässt sich dieses informations-ökonomische Modell vermuten. Interessanterweise findet sich das höchste Ausmaß an Grundlagenforschungsorientierung in den kleinen Ländern Schweiz und Israel (siehe Kapitel 4).

²³ Heute lässt sich diese Entwicklung auch in China beobachten.

²⁴ Rosenberg (1990), S. 165

²⁵ Pavitt (1991), S. 112

dieses Ansatzes hinwies: „*the output of basic research may have attributes of a public good, but it is not a free good*“.²⁶

Wissenschaftliche Erkenntnisse sind kein „öffentliches Gut“ im herkömmlichen Sinne.²⁷ 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.²⁸ 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 der Grundlagenforschung für entsprechende Anwendungen zu „übersetzen“. 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.²⁹

In dieser Hinsicht ist der von Richard Nelson etwas früher (1959) publizierte Artikel viel realitätsbezogener und auch näher an wissenschaftlichen Produktionsweisen. Zumindest die Einschätzung, „*basic research certainly is not a homogeneous commodity*“³⁰ zeugt zumindest von einem sehr sensiblen Verständnis. Selbstverständlich spricht auch Nelson die hohen externen Effekte von Grundlagenforschung an, d.h. die Tatsache, dass die Erträge der Grundlagenforschung nur zu einem geringen Teil privat aneignbar und die Nutzung der Ergebnisse durch Dritte kaum oder nur schwer zu verhindern ist (Nicht-Ausschließbarkeit). Daher ist für ein privates, gewinnorientiertes Unternehmen der Anreiz in Grundlagenforschung zu investieren gering. Aus dieser Argumentation heraus ist somit die Finanzierung der Grundlagenforschung eine ureigene öffentliche Aufgabe und stellt auch keinen verzerrenden Eingriff in das Marktgeschehen dar. Die daraus resultierenden politischen Implikationen entbehren nicht einer gewissen Aktualität:

- „*It therefore seems desirable to encourage the further growth of a ,basic-research industry', a group of institutions that benefit from the results of almost any basic-research project they undertake. University laboratories should certainly continue to be a major part of this industry*“³¹. Heute spricht man von internationalen Netzwerken oder vom Europäischen Forschungsraum, an dem teilzunehmen für jeden akademischen Forscher eine Selbstverständlichkeit geworden und diese Teilnahme zu ermöglichen ebenfalls Aufgabe einer FTI-Politik ist.
- In seiner zweiten Implikation unterscheidet Nelson zwischen einer statischen und einer dynamischen Effizienz, d.h. wenn Universitäten (bzw. grundlagenorientierte Forschungsorganisationen) das Ziel einer Publikation ihrer Forschungsergebnisse verfolgen (zum Unterschied von Unternehmen), dann „... *is a dollar spent on basic research in a university laboratory worth more to society than a dollar spent in an industry laboratory*“.³²
- In seiner dritten Empfehlung schlägt Nelson vor, die Grundlagenforschung von der „Bürde der Anwendungsorientierung“ zu befreien. „*This is not to say that universities cannot effectively undertake applied research. Rather it is to say that their comparative advantage lies in basic*

²⁶ Pavitt (2001), S. 764

²⁷ Salter und Martin (2001)

²⁸ Abramowitz (1989)

²⁹ 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 Sowjetunion wurde lange Zeit eine spezifische Version des „Lamarckismus“ favorisiert).

³⁰ Nelson (1959), S. 305

³¹ Nelson (1959), S. 306

³² Ebenda.

research”³³. Heute, im Sog der sogenannten „outputorientierten Grundlagenforschung“, der kurzfristigen Erwartungshaltungen bezüglich der Wirkungen sowie der Fokussierung auf den Transfer mutet eine derartige Haltung fast schon ketzerisch an.

Standen Nelson und Arrow für das ‚alte Paradigma‘, so wurden im Rahmen der evolutionären Ökonomie Ansätze einer „new economics of science“ entwickelt. Beispielsweise fokussierten Dasgupta und David (1994) ihre Analysen auf die Nutzung der Informations- und Kommunikationstechnologien oder des Internets, welche zu einer erhöhten Diffusion des kodifizierbaren Wissens geführt hat. Andere Ansätze (wie Rosenberg 1990 oder auch Pavitt 1991, 1998) untersuchten jene Eigenschaften von Wissen, welche als ‚tacit‘ beschreibbar sind, und daher nicht kodifizierbar und nicht einfach zu vermitteln sind. In diese Tradition fallen Analysen über Spezifika in der Genese von Forschungstätigkeit, wie die Rolle von Netzwerken, ‚Skills‘, ‚Capabilities‘. Ein von Keith Pavitt gern angeführtes stylized fact lautet: „A good deal of knowledge is, and is likely to continue to be, rather ‚sticky‘, organization- and people-embodied, and often also spatially clustered“;³⁴ also Charakteristika, die bekannt, deren Rolle einsichtig und die allesamt schwer zu messen sind.

3.4 DIE ROLLE DER ÖFFENTLICHEN HAND BEI DER FORSCHUNGSFINANZIERUNG

Gerade in Zeiten wirtschaftlicher Krisen und kurzfristiger antizyklischer Maßnahmen gerät die langfristig orientierte Grundlagenforschung unter Umständen im Verteilungskampf um knappe öffentliche Ressourcen ins Hintertreffen. Denn es war vor allem der Unternehmenssektor, welcher in der Entwicklung der F&E-Ausgaben der letzten Jahre die tragende Rolle gespielt hat und welche nun in wirtschaftlichen Krisenzeiten gesteigerte öffentliche Förderungen fordern um diese Dynamik auch in den kommenden Jahren aufrechtzuerhalten. Und da die Mittel knapper werden, ist die Gefahr gegeben, dass die ökonomische Rationalität durch interessengeleitete Politik überdeckt wird.

Hinzu kommt ein Wandel in der Wahrnehmung, den Zielen und Kriterien von staatlicher F&E-Förderung (vor allem in der Förderung der F&E von Unternehmen), welcher sehr stark die Erwartungen an mögliche Ergebnisse und Wirkungen determiniert. Man will mehr radikale Innovationen sehen und hofft, die riskanten und unsicheren Projekte im Rahmen der Direktförderung zu erfassen. Wir wollen diese Studie nutzen, um zu diesem Thema einige Gedanken zu entwickeln.

Jegliche Aufwendungen in Forschung und technologische Entwicklung sind per se mit Risiko und Unsicherheit verbunden. Unternehmen verfolgen in diesem Zusammenhang ein sehr einfaches Kalkül: Unternehmen investieren nur in jenem Ausmaß in F&E, in dem der Ertrag (die Rendite) der geplanten Investition höher ist als die Kosten (bzw. die bei einer anderen Anlageform erzielbare Rendite). Nun sind die zukünftigen Erträge zum Zeitpunkt der Investitionsentscheidung unbekannt und schwierig zu bewerten. Der Marktmechanismus und die Wettbewerbsintensität vor allem auf wachsenden Märkten sollten Unternehmen genügend Anreize bieten, unter Unsicherheit in FTE und Innovationsaktivitäten zu investieren. Dass die Investitionen in F&E auch eine hohe Rendite versprechen, zeigen und bestätigen die massiv gestiegenen F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors in den letzten Jahren.

Eine Rechtfertigung für staatliche Eingriffe zur Förderung unternehmerischer F&E-Aktivitäten leitet sich aus jenem Marktversagen ab, welche die allokativen Effizienz des Marktsystems verhindert. Ein Marktversagen liegt vor, wenn die privaten, d.h. von Unternehmen getätigten, F&E-Aufwendungen geringer sind als das gesamtwirtschaftlich optimale Niveau der F&E-Aufwendungen. Nur – wer kennt

³³ Ebenda.

³⁴ Zit. in Dosi et al. (2006), S. 1452

schon das gesamtwirtschaftlich optimale Niveau der F&E-Ausgaben? Es wurde bislang immer nach dem sehr einfachen Prinzip „mehr ist besser“ argumentiert.

Als ein zentraler Grund für das Vorliegen von Marktversagen wird in der einschlägigen Literatur immer wieder das Vorhandensein externer Effekte (spillover-Effekte) angeführt. Danach profitieren von neuem Wissen, das im Zuge von F&E-Aktivitäten generiert wird, vielfach nicht nur das forschende und damit Kosten tragende Unternehmen, sondern auch andere Unternehmen, weil auch Wissen, das durch unternehmerische F&E generiert wurde, zumindest teilweise öffentlichen Gut-Charakter aufweist. Das Wissensspillover-Argument sowie ein zu hohes Risiko (bzw. Unsicherheit) sind die zwei argumentativen Begründungen für staatliche Förderung von unternehmerischer F&E. Und beide hinken ein wenig wie noch zu zeigen sein wird.

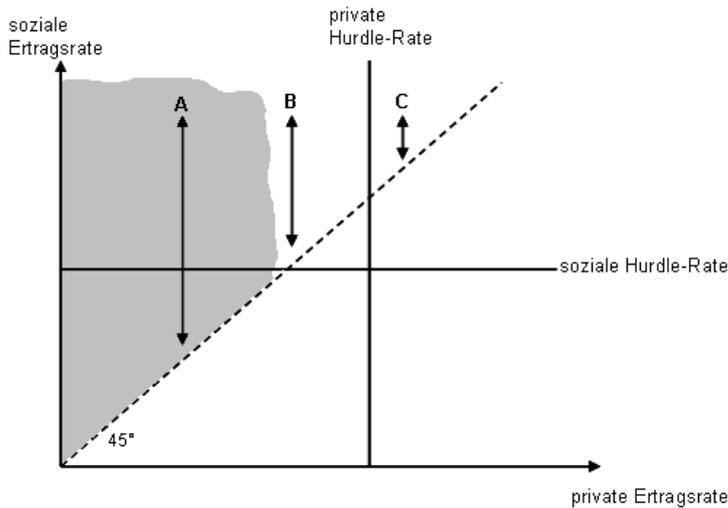
3.4.1 Wissensspillovers

Die Tatsache, dass der Markt aufgrund von Marktversagen ein suboptimales Niveau an privaten F&E-Tätigkeiten hervorbringt, liefert ein zentrales Argument für staatliche F&E-Förderung. Ziel der öffentlichen Förderung sollte es sein, die privaten F&E-Ausgaben an das aus gesamtwirtschaftlicher Sicht optimale Niveau heranzuführen. Damit hängt das Ausmaß öffentlicher Förderung nicht zuletzt entscheidend von der Höhe der sozialen Zusatzserträge aus F&E-Tätigkeit ab.³⁵ Damit ist aus ökonomischer Sicht das Vorliegen sozialer Erträge eine der robustesten und ältesten Begründungen für die öffentliche Förderung von Forschungstätigkeiten. Freilich gibt es daneben noch weitere Faktoren, die zu einem aus gesamtwirtschaftlicher Sicht zu niedrigen Niveau an F&E und damit zu Marktversagen führen können.

Die klassische Argumentation lautet, dass die Aufgabe des Staates darin besteht, die unterschiedlichen Formen des Marktversagens zu korrigieren, um so die soziale Wohlfahrt zu steigern. Eine soziale Wohlfahrtssteigerung ist aber auch im Fall der F&E-Förderung nur dann gegeben, wenn der soziale Ertrag höher ist als die soziale Hurdle-Rate (die sich daraus ergibt, dass öffentliche Mittel und Ressourcen auch für andere soziale Zwecke verwendet werden können). Auch ein Unternehmen investiert nur in jenem Ausmaß in F&E, in dem der Ertrag (Rendite) der geplanten Investition höher ist als die Kosten (bzw. die bei einer anderen Anlageform erzielbare Rendite). Kurz, sobald die private Rendite geringer ist als die private Hurdle-Rate (erwartete Mindestrendite, ab der ein Unternehmen bzw. eine Privatperson bereit ist, eine bestimmte Investition zu tätigen) wird die Investition nicht getätigt. Und Marktversagen, hohes Risiko aber auch exogene Effekte wie eine zu hohe Inflation, ein zu hohes Zinsniveau oder allgemein hohe Unsicherheit lassen im Allgemeinen diese Rentabilitätsschwelle steigen. Dies sei hier graphisch illustriert:

³⁵ Siehe dazu auch Jones und Williams (1998)

Abbildung 6: Der Gap zwischen privater und sozialer Ertragsrate - Spillovers



Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Audretsch et al. (2002)

Die soziale Ertragsrate wird auf der vertikalen y-Achse gemessen gemeinsam mit der für F&E-Investitionen geltenden Rentabilitätsschwelle (soziale Hurdle-Rate). Die private Ertragsrate in Verbindung mit der für private Investoren erwarteten Mindestrendite (private Hurdle-Rate) ist auf der horizontalen x-Achse aufgetragen. Die 45°-Linie zeigt jene Punkte an, an denen die soziale Ertragsrate einer Investition in F&E gleich hoch ist wie die private Ertragsrate. Für die öffentliche Hand (d.h. Förderpolitik) ist daher nur jener Bereich interessant, welcher oberhalb der 45°-Linie und links der privaten Hurdle-Rate liegt. Zur Illustration wurden drei F&E-Projekte (A, B, C) angeführt. Dabei lässt sich zeigen, dass bei Projekt C die private Ertragsrate über der zu erwartenden Mindestrendite liegt und gleichzeitig auch die soziale Ertragsrate über der sozialen Rentabilitätsschwelle liegt. Der auf der vertikalen Achse gemessene Abstand zwischen privater und sozialer Ertragslage misst den spillover-Effekt des jeweiligen F&E-Projektes. Bei Projekt C können zwar nicht die gesamten Erträge des Projektes durch das Unternehmen absorbiert werden (der soziale Ertrag des Projektes liegt über dem privaten Ertrag), allerdings ist der Abstand nicht so groß (d.h. die spillover-Effekte sind entsprechend gering), dass das Unternehmen die Investition nicht aus eigenen Mitteln tätigen könnte. Projekt C bedarf somit keinerlei öffentlicher Förderung. Aus ökonomischer Sicht sind somit sämtliche F&E-Projekte rechts der privaten Rentabilitätsschwelle und oberhalb der 45°-Linie keine Kandidaten für eine öffentliche Förderung. Auch wenn spillover-Effekte bei F&E-Projekten vorhanden sind (wie bei Projekt C), so sind sie gering und stellen kein Hindernis für die private Finanzierung dar.

Anders sieht es bei den Projekten A und B aus. Bei Projekt B übersteigt der soziale Ertrag den privaten Ertrag und dieser liegt unterhalb der privaten Rentabilitätsschwelle. Aufgrund dieser ungünstigen Kosten-Ertrags-Relation ist ein Unternehmen in diesem Fall nicht bereit, das Investitionsvorhaben in Angriff zu nehmen. Die Gründe dafür können vielfältig sein und wurden oben schon angesprochen. Das Risiko des Scheiterns kann zu hoch sein, die notwendigen Kapazitäten für die Entwicklung der Technologie fehlen oder die Anreize dieses Projekt durchzuführen sind aufgrund der ungünstigen Kosten-Nutzen-Relation zu gering. Der grau markierte Bereich, in dem sich Projekt A befindet, beschreibt den Bereich der Grundlagenforschung, welcher einen hohen sozialen Ertrag verspricht, und bei dem das Risikokontinuum bzw. der Spillover-Effekt (wie es die Länge des Pfeils bei Projekt A zu illustrieren versucht) zu lang bzw. groß sind um vom privaten Sektor durchgeführt zu werden.

Legt man das Kriterium des sozialen Ertrages der staatlichen Forschungsförderung zugrunde, so zeigt sich, dass dieser im Hochschulbereich und der Grundlagenforschung am höchsten ist. Nicht nur, was die direkten Effekte betrifft (Studenten und Studentinnen, Lehrende) sondern auch, was den Einfluss auf das F&E-Verhalten von Unternehmen betrifft. Das infrastrukturelle Umfeld (z. B. das Vorhandensein von Forschungseinrichtungen als potentielle Kooperationspartner, Quelle von möglichen Spinoffs, neue Ideen, die von Unternehmen als Input für neue Innovationsprozesse aufgegriffen werden können etc.) spielt ebenso eine Rolle wie vor allem die Ausbildung des entsprechenden Humankapitals. Tatsächlich ist wohl die quantitativ und qualitativ ausreichende Ausbildung von Humankapital die mittelbar wichtigste Rolle der öffentlichen Hand für unternehmerische Innovationsprozesse. Indirekt wird dadurch der Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft forciert, da Universitätsabsolventen das wichtigste Bindeglied zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bilden.

Wenn das Vorliegen sozialer Erträge als robuste Begründung für die öffentliche Förderung von F&E angesehen wird, so ist es vor allem die Grundlagenforschung bzw. die Forschung im Hochschulsektor, welche den höchsten Grad an externen Effekten aufweisen. Das bedeutet, dass für ein privates, gewinnorientiertes Unternehmen, der Anreiz, in Grundlagenforschung zu investieren, zu gering ist. Aus dieser Argumentation heraus ist somit die Finanzierung der Grundlagenforschung eine ureigene öffentliche Aufgabe.

3.4.2 Risiko und Unsicherheit

Aus Sicht eines Unternehmens können mehrere Faktoren dazu beitragen, dass die erwartete Rendite unter der Hurdle-Rate liegt und daher die F&E-Investition nicht getätigt wird. Die Entscheidung eines Unternehmens, neue Produkte zu entwickeln und auf dem Markt einzuführen, wird wesentlich durch den zu erwartenden Ertrag, durch das Risiko, dass eine solche Einführung scheitert sowie durch die Kosten der Entwicklung bestimmt. Das Risiko bei innovativen Projekten kann dabei

- (1) einerseits in der technologischen Machbarkeit liegen – d. h. ob ein neues Produkt oder ein neuer Prozess sich auch technisch zur wettbewerbsfähigen Kosten realisieren lässt;
- (2) andererseits besteht auch ein Marktrisiko – d. h. ob eine Produktinnovation von den potentiellen Nutzern auch angenommen und nachgefragt wird.
- (3) Eine dritte Ursache für eine zu geringe F&E-Investitionsneigung kann auch auftreten, obwohl die beiden genannten Risikoarten ausbleiben. Dann nämlich, wenn das Unternehmen seine Innovation nicht genügend schützen kann und es den Mitbewerbern bei niedrigen Kosten gelingt, von den Innovationsbemühungen des Innovators zu lernen und rasch nach Ersteinführung von neuen Produkten oder Prozessen diese ebenfalls auf den Markt zu bringen bzw. im eigenen Unternehmen anzuwenden. Bei deutlich niedrigeren Innovationskosten können somit oft ähnlich hohe wirtschaftliche Erfolge erzielt werden. Die Erträge, die der Erstinnovator mit der Innovation erzielen könnte und die aus einem innovationsbedingten Wettbewerbsvorsprung resultieren, würden dementsprechend geschmälert, sodass sich dessen Innovationsanstrengungen als unrentabel herausstellt. Verzichten Unternehmen aufgrund des erwarteten Auftretens von solchen spillover-Effekten auf die Innovationsaktivitäten, würde das zu gesamtwirtschaftlichen Wohlstandseinbußen führen.

Nun lässt (3) sich durch ein effizientes und effektives Patentsystem in den Griff bekommen – was auf europäischer Ebene noch einen langen Weg bedeutet, denn das gegenwärtig fragmentierte Patentsystem „... is poor value for money“.³⁶

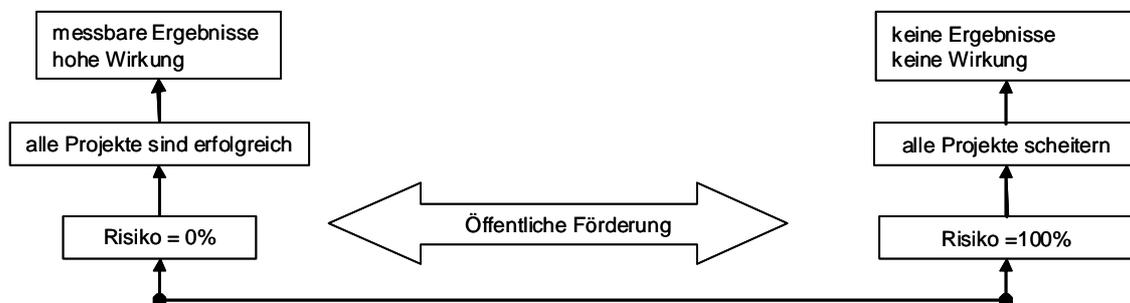
Risiko (1) und (2) hingegen sind neben den externen Effekten die zweite Begründung und Rechtfertigung für eine öffentliche Förderung – zumindest auf theoretischer Ebene. Die öffentliche Hand sollte jene Projekte fördern, die aufgrund externer Effekte oder eines zu hohen Risikos von privater Seite unterlassen werden jedoch einen hohen sozialen Ertrag erwarten lassen.

Nun haben wir bereits zu zeigen versucht, dass der soziale Ertrag im Hochschulbereich sowie der Grundlagenforschung am höchsten ist und im Bereich des Risikos stellt sich die Frage, wie dieses seitens der öffentlichen Hand adäquat eingeschätzt werden kann? Denn es ist das Unternehmen selbst bzw. jene Person, welche einen Projektantrag stellt, die etwaige technologische und marktrelevante Risiken am besten einschätzen und bewerten kann. Die Herausforderung bei der Direktförderung liegt somit weniger im Bereich des Risikos als vielmehr im Bereich der unvollständigen bzw. asymmetrischen Information. Es gilt daher, durch geeignete Selektions- und Auswahlkriterien diese Informationsprobleme zu minimieren um dadurch die Mitnahmeeffekte zu reduzieren und verstärkt Forschungsprojekte mit tendenziell höherem Risiko zu fördern. Hier ließe sich an Auktionsmechanismen denken, welche die Informationsasymmetrien hinsichtlich der erforderlichen Förderung merklich reduzieren und die sicherstellen, dass Projekte angemessen finanziert werden – und darüber hinaus Mitnahmeeffekte durch Überfinanzierung merklich reduzieren würden (siehe dazu Reinstaller 2010).

Aber angenommen die unvollständig informierte öffentliche Hand könne das Risiko eines Forschungsprojektes adäquat einschätzen. Sie befände sich damit auf einem Kontinuum des Risikos, welches gleichzeitig ein legitimatorisches Spannungsfeld erzeugt. Modellhaft befindet sich eine öffentliche Förderagentur zwischen zwei Extrempunkten (Abbildung 7):

- Jener Punkt, an dem das Risiko nicht vorhanden und daher die Erfolgswahrscheinlichkeit eines Projektes sehr groß ist. An diesem Punkt ist die Notwendigkeit einer öffentlichen Förderung nicht gegeben.
- Im anderen Extrem ist das Risiko so hoch, dass alle Projekte scheitern können. An diesem Punkt wäre zwar die Legitimation einer öffentlichen Förderung gegeben, allerdings führt das Ergebnis auch zu einer Wirkungslosigkeit der eingesetzten öffentlichen Mittel. Die alleinige Rechtfertigung über das hohe Risiko würde wahrscheinlich bezüglich der effektiven Verwendung von Steuergeldern auf kein allzu großes öffentliches Verständnis stoßen.

Abbildung 7: Das Risikokontinuum der öffentlichen Direktförderung



Quelle: eigene Darstellung

³⁶ Van Pottelsberghe (2010)

Gleichzeitig wird auch der Erfolg jeder öffentlichen Förderung (sei es im Rahmen von Programmen oder der unspezifischen Direktförderung) an den messbaren Ergebnissen beurteilt. Jedes Evaluierungssystem eines Förderprogramms wird nicht müde, spezifische Outputkategorien und Wirkungskanäle zu definieren, an denen schließlich der Erfolg einer Förderung gemessen werden kann. Die Förderagenturen treten gern mit Success-Stories an die Öffentlichkeit, demonstrieren mit oft weit hergeholten Analysen die Zahl der geschaffenen Arbeitsplätze und setzen Umsatzsteigerungen bei Unternehmen gern mit Minimalförderungen in Zusammenhang. Das einzige, was dabei herauskommt sind verwirrende Hebelzahlen. Und alle, die schon einmal Mitglied in Jurysitzungen waren, wissen, dass hier Fragen wie ökonomisches Potenzial und Verwertung, Marktrelevanz, konkreter Nutzen der Projektergebnisse, Verwertung, etc. förderentscheidend sind. Ein Projektantrag wird mit der bisherigen Performanz des Antragstellers in Verbindung gebracht und wenn nur der Funke eines möglichen Scheiterns vorliegt, wird das Projekt eher nicht zur Förderung empfohlen. Hier liegt eine mentale (und gleichzeitig auch nachvollziehbare) Barriere im Förderverhalten vor (siehe dazu Schibany 2009). Und die Unternehmen wissen natürlich, dass die öffentliche Förderung mit Erfolg verknüpft wird und dass die öffentliche F&E-Förderung vor allem als Belohnung für innovative Unternehmen verstanden wird – wie kann man dann erwarten, dass Unternehmen besonders riskante Projekte einreichen?

Outputs und Wirkungen werden schon nach sehr kurzer Zeit erwartet und kein Förderprogramm würde überleben, in dem eine zu große Anzahl von Projekten gescheitert wäre. Das österreichische Fördersystem wird von einem nachweisbaren Erfolgsdruck geleitet – die Förderung von wirklich riskanten Projekten scheint kaum möglich. Dies liegt nicht am fehlenden Willen, sondern scheint vielmehr auch strukturell ausgeschlossen zu sein - will der öffentliche Fördergeber nicht Opfer eines manifesten moral-hazard Problems werden. Nicht nur vor diesem Hintergrund ist die Forderung, das österreichische Fördersystem sollte mehr radikale Innovationen fördern,³⁷ in letzter Konsequenz unerfüllbar. Und die am Horizont aufkeimende Idee einer „Outputsteuerung“ von Förderagenturen führt ebenfalls zu einem Trade-off zwischen Risikoneigung und Zielerreichung. Denn wenn – wie in der Systemevaluierung vorgeschlagen – klare Zielvorgaben als Steuerungsinstrument für die Agenturen gelten sollen, so impliziert das ein anreizinduziertes Verhalten. Und da das Scheitern von Projekten nicht Teil einer Zielvereinbarung sein kann (Stichwort moral-hazard Problem), werden Förderagenturen sich davor hüten, riskante Projekte zu fördern – schließlich wollen die Outputziele ja erreicht werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass auch die zweite Legitimation für unternehmensbezogene F&E-Förderung, i.e die Förderung risikoreicher Forschungsprojekte, ein wenig hinkt. Die Förderung riskanter Projekte für Unternehmen ist durch Direktförderung kaum zu erreichen. Die immer stärker werdende Fokussierung auf Outputs im Förderverhalten und die Menge an outputbasierten Indikatoren zur Beurteilung von Fördererfolgen stehen in einem gewissen anreizinkompatiblen Verhältnis mit der Förderung riskanter Projekte.

Statt weiter die Erhöhung des Risikos auf Projektebene oder gar die Förderung radikaler Innovationen zu fordern, sollte sich der Staat verstärkt auf jene Forschungsart konzentrieren, welche per definitionem risikoreich, offen und langfristig orientiert ist. Denn der Ursprung nahezu aller radikalen Innovationen lässt sich in der Grundlagenforschung finden. Der Umkehrschluss ist jedoch nicht zulässig: Nicht jede Grundlagenforschung führt in absehbarer Zeit zu einem zuordenbaren Output im Sinne einer radikalen Innovation. In der Unmöglichkeit, etwaige Forschungsoutputs und deren Wirkungen abschätzen zu können, liegt das Risiko und besteht daher die Notwendigkeit der öffentlichen Finanzierung der Grundlagenforschung.

³⁷ Aiginger, K. et al. (2009), Tichy (2010)

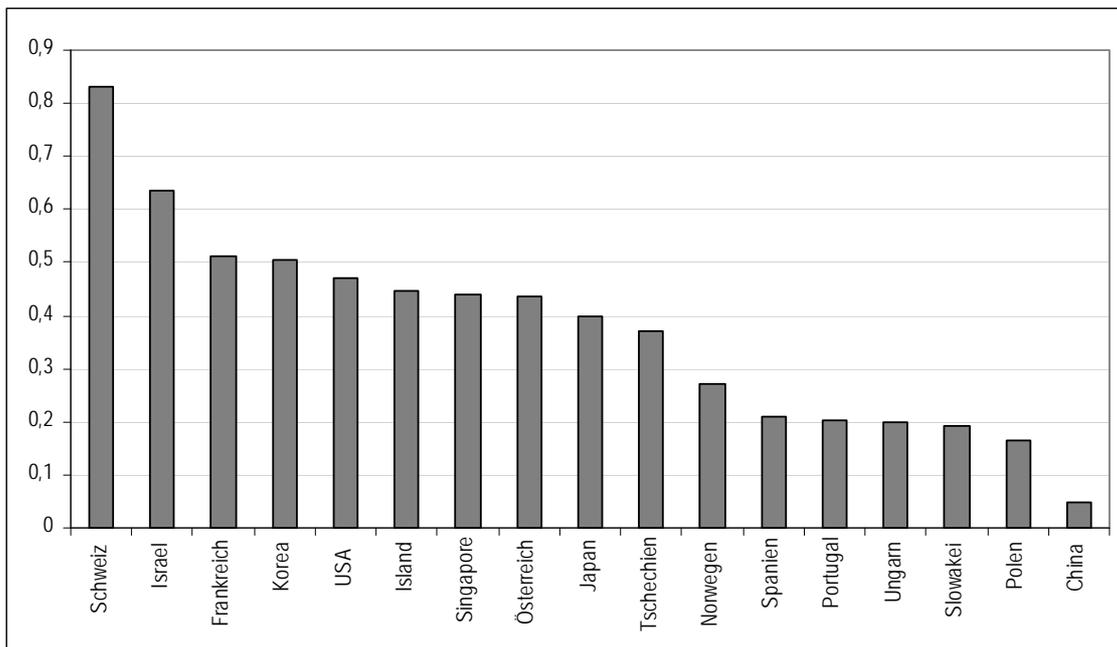
4 Grundlagenforschung in Österreich

Nach den konzeptionell-analytischen Überlegungen in den ersten Kapiteln wird in dem nun folgenden Kapitel eine empirisch fundierte Erfassung der verschiedenen Forschungsarten unternommen. Basis der Analyse ist die für das Jahr 2007 durch Statistik Austria durchgeführte Vollerhebung bei den F&E-betreibenden Institutionen in allen volkswirtschaftlichen Sektoren.³⁸

Laut dieser F&E-Vollerhebung betragen 2007 die Ausgaben für die Grundlagenforschung in Österreich 1,182 Mrd. € Dies ist ein Anteil am BIP von 0,437 %. Damit befindet sich Österreich in einem „mittleren“ Bereich der OECD-Länder.³⁹ Es muss allerdings beachtet werden, dass einige Länder seit geraumer Zeit (darunter auch z.B. Deutschland, Schweden, Finnland und Großbritannien) der OECD keine genaue Aufteilung nach Forschungsarten melden und somit eine Korrelation zwischen Grundlagenforschung (in % des BIP) und F&E-Quote weniger aussagekräftig wird. Denn dass ein positiver Zusammenhang besteht, ist zumindest teilweise „tautologisch“, da ja die Grundlagenforschungsquote ein Teil der allgemeinen Forschungsquote ist und somit cet.par. ein Zusammenhang gegeben sein muss.

Es fällt vor allem auf, dass die Schweiz mit 0,833 % (2004) und Israel mit 0,636 % einen besonders hohen Anteil der Grundlagenforschung am BIP haben. Die USA investieren 0,471 % des BIP in Grundlagenforschung und auch Frankreich liegt mit 0,512 % deutlich vor Österreich.

Abbildung 8: Anteil der Grundlagenforschung [in % des BIP], 2007



Quelle: MSTI (2010); eigene Berechnungen

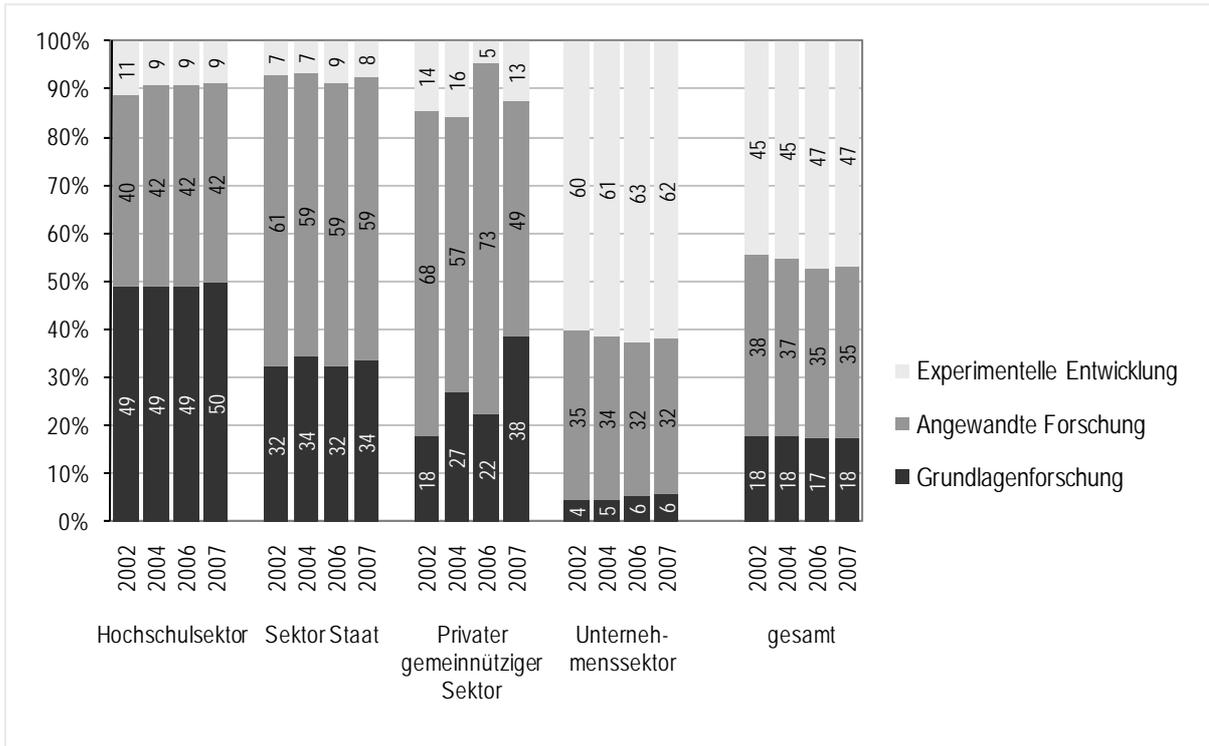
Eine Analyse der Entwicklung für den Zeitraum 2002 bis 2007 nach Forschungsarten (Abbildung 9) zeigt - abgesehen vom (größenmäßig fast vernachlässigbaren) privaten gemeinnützigen Sektor – eine recht stabile Struktur in Österreich; mit einem leichten Trend in Richtung Experimenteller Entwicklung

³⁸ Zu bedenken ist, dass die Erhebungseinheit bei den (öffentlichen) Universitäten – in Übereinstimmung mit dem Frascati-Handbuch – das Institut (oder die Klinik) und nicht die Selbsteinschätzung auf Personen- bzw. Projektebene ist.

³⁹ Siehe dazu auch die Ausführungen im Österreichischen Forschungs- und Technologiebericht 2009, S. 85ff

(im Unternehmensbereich) sowie – noch leichter - in Richtung Grundlagenforschung (im Hochschulsektor)⁴⁰. Insgesamt liegt der Anteil der Experimentellen Entwicklung an den Forschungsausgaben bei 47 %, und konnte damit seit 2002 etwas zulegen (von 45 %), in erster Linie auf Kosten der Angewandten Forschung (von 38 auf 35 %); die Grundlagenforschung blieb praktisch konstant bei 17-18 %. Träger der Grundlagenforschung ist – wenig überraschend – in erster Linie der Hochschulsektor, in den Unternehmen dominieren Experimentelle Entwicklungen (mit über 60 %) und Angewandte Forschung (etwa ein Drittel); die Grundlagenforschung spielt hier mit 4-6 % eine nur untergeordnete Rolle.

Abbildung 9: F&E-Ausgaben 2002/04/06/07 nach Forschungsarten, Anteile



Quelle: Statistik Austria (F&E-Erhebung), Berechnungen Joanneum Research

Die Grundlagenforschung wird in Österreich hauptsächlich im Hochschulsektor durchgeführt, auf den 70 % der österreichischen Grundlagenforschung entfallen. Bezüglich der intertemporalen Entwicklung der Forschungsarten lassen sich zwischen 2002 und 2007 folgende Entwicklungen festmachen: Die Ausgaben für die Grundlagenforschung stiegen insgesamt von 819 Mio. € (2002) auf 1.182 Mio. € (2007) was einer Steigerung um +45 % entspricht. Die Ausgaben für Angewandte Forschung stiegen um +38 % und die Ausgaben für Experimentelle Entwicklung um +55 %.

⁴⁰ Obwohl in allen Sektoren ein positiver Trend in diese Richtung zu beobachten ist, zeigt sich insgesamt eine Stagnation im Anteil der Grundlagenforschung; dies liegt daran, dass der – grundlagenforschungsferne – Unternehmensbereich schneller wächst als die anderen Sektoren.

Tabelle 1: F&E-Ausgaben 2002/04/06/07 nach Forschungsarten, Mio. €

| Sektor | Erhebungs- jahr | Gesamt | Grundlagen- forschung | Angewandte Forschung | Experimentelle Entwicklung |
|--------------------------------|--------------------|---------|--------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Hochschulsektor | 2002 | 1.266,1 | 618,9 | 503,5 | 143,7 |
| | 2004 | 1.401,6 | 687,0 | 583,1 | 131,6 |
| | 2006 | 1.523,2 | 746,1 | 638,6 | 138,4 |
| | 2007 | 1.637,3 | 812,4 | 681,9 | 143,0 |
| Sektor Staat | 2002 | 179,9 | 58,0 | 109,0 | 13,0 |
| | 2004 | 171,7 | 59,0 | 100,9 | 11,7 |
| | 2006 | 215,8 | 69,5 | 127,7 | 18,6 |
| | 2007 | 236,8 | 79,5 | 139,5 | 17,8 |
| Privater gemeinnütziger Sektor | 2002 | 20,9 | 3,7 | 14,2 | 3,0 |
| | 2004 | 21,6 | 5,8 | 12,3 | 3,4 |
| | 2006 | 16,5 | 3,7 | 12,1 | 0,8 |
| | 2007 | 17,4 | 6,7 | 8,5 | 2,2 |
| Unternehmenssektor | 2002 | 3.130,9 | 138,4 | 1.100,8 | 1.891,7 |
| | 2004 | 3.556,5 | 165,3 | 1.210,6 | 2.180,6 |
| | 2006 | 4.448,7 | 245,2 | 1.415,1 | 2.788,4 |
| | 2007 | 4.845,9 | 283,4 | 1.554,1 | 3.008,3 |
| gesamt | 2002 | 4.597,8 | 818,9 | 1.727,4 | 2.051,4 |
| | 2004 | 5.151,4 | 917,1 | 1.906,9 | 2.327,4 |
| | 2006 | 6.204,2 | 1.064,5 | 2.193,6 | 2.946,1 |
| | 2007 | 6.737,4 | 1.182,1 | 2.384,0 | 3.171,2 |

Anmerkung: Für die Landeskrankenanstalten im Sektor Staat liegt eine Aufgliederung der F&E-Ausgaben nach Forschungsarten nicht vor.

Quelle: Statistik Austria (F&E-Erhebung 2007), Berechnungen Joanneum Research

Trotz des relativ geringen Anteils der Grundlagenforschung an den gesamten F&E-Ausgaben des Unternehmenssektors scheinen die absoluten Ausgaben dieses Sektors (vor allem im Verhältnis zum Hochschulsektor) doch hoch zu sein: Der Hochschulsektor investierte 2007 insgesamt 812 Mio. € in die Grundlagenforschung, während der Unternehmenssektor immerhin 283 Mio. € in die Grundlagenforschung investierte. Daraus ergibt sich ein Verhältnis von fast 3:1. Der Grund liegt in dem hohen Anteil des kooperativen Sektors (der neben den Kompetenzzentren auch an sich öffentliche Forschungseinrichtungen wie AIT und Joanneum Research umfasst). Im firmeneigenen Bereich werden nur 3,5 % der gesamten F&E-Ausgaben in die Grundlagenforschung investiert, was auch im internationalen Durchschnitt liegt.⁴¹ Der Anteil im kooperativen Bereich beträgt hingegen knapp über 27 %.

Tabelle 2: Grundlagenforschung im Unternehmenssektor (2007) in Tsd. €

| | Grundlagenforschung | Ausgaben für F&E insgesamt | Anteil |
|---------------------------|---------------------|----------------------------|--------|
| kooperativer Bereich | 128.729 | 468.219 | 27,5 |
| firmeneigener Bereich | 154.688 | 4.377.642 | 3,5 |
| Unternehmenssektor gesamt | 283.417 | 4.845.861 | 5,8 |

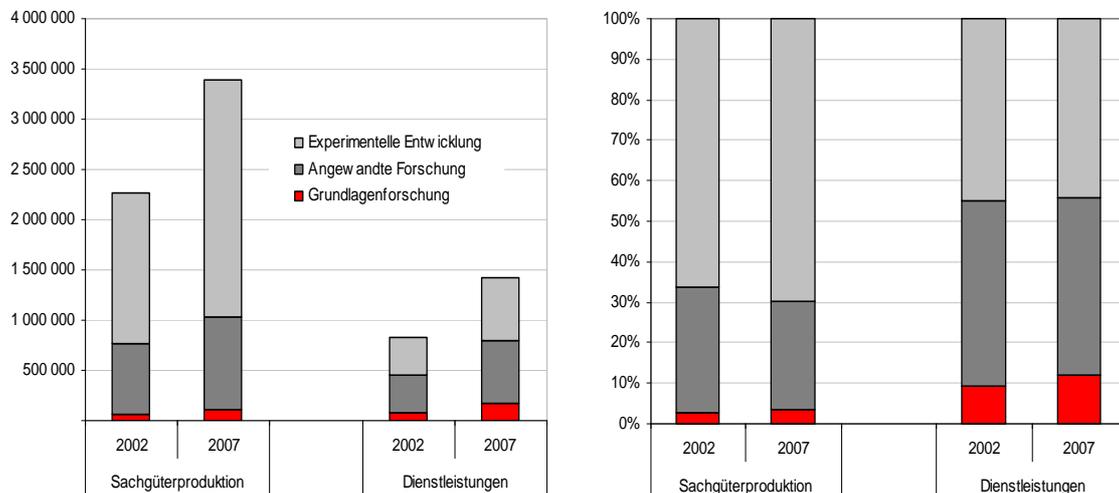
Quelle: Statistik Austria (F&E-Erhebung 2007), Berechnungen Joanneum Research

⁴¹ Siehe dazu Forschungs- und Technologiebericht 2009, S. 89

4.1.1 Grundlagenforschung im Unternehmenssektor

Durch diese statistische Konvention ergeben sich auch „missverständliche“ Ergebnisse, was eine sektorspezifische Analyse betrifft. Denn viele Institutionen des kooperativen Sektors werden hauptsächlich dem Wirtschaftszweig „Forschung und Entwicklung“ (NACE-2-Steller 73) innerhalb der Dienstleistungen (NACE 50-93) zugeordnet. Dadurch ergibt sich auch das „Artefakt“, dass die Dienstleistungen im Vergleich zur Sachgütererzeugung mit ca. 10 % einen sehr hohen Anteil der Grundlagenforschung in ihrer Forschungsstruktur aufweisen (siehe Abbildung 10). Im Vergleich zu den anderen Forschungsarten gemäß Frascati-Manual (Angewandte Forschung sowie Experimentelle Entwicklung) spielt die Grundlagenforschung im Unternehmenssektor nur eine geringe Rolle⁴². In der Sachgütererzeugung sind lediglich ca. 3 % der gesamten Forschungsausgaben der Grundlagenforschung zuzurechnen (der Großteil, d.h. an die 70 % der Forschung, entfällt hier auf die Experimentelle Entwicklung).

Abbildung 10: Sektorspezifische Ausgaben für F&E nach Forschungsarten



Quelle: Statistik Austria, F&E-Erhebung 2002/2007

Betrachtet man die Ausgaben für Grundlagenforschung differenziert nach einzelnen industriellen Branchen innerhalb der Sachgütererzeugung, zeigt sich ein interessantes und durchaus überraschendes Bild (siehe Abbildung 11). In Abbildung 11 ist die generelle F&E-Intensität der jeweiligen Branche (Anteil der F&E am Umsatz) im Sachgüterbereich auf der X-Achse der Grundlagenforschungsorientierung (Anteil der Grundlagenforschung an den F&E-Ausgaben der jeweiligen Branche) auf der Y-Achse gegenübergestellt. Um die Bedeutung der einzelnen Branchen für die österreichische Forschungslandschaft darzustellen, gibt zusätzlich die Kreisgröße die absolute Höhe der F&E-Ausgaben gesamt (d.h. Grundlagenforschung plus Angewandte Forschung und Experimentelle Entwicklung) an.

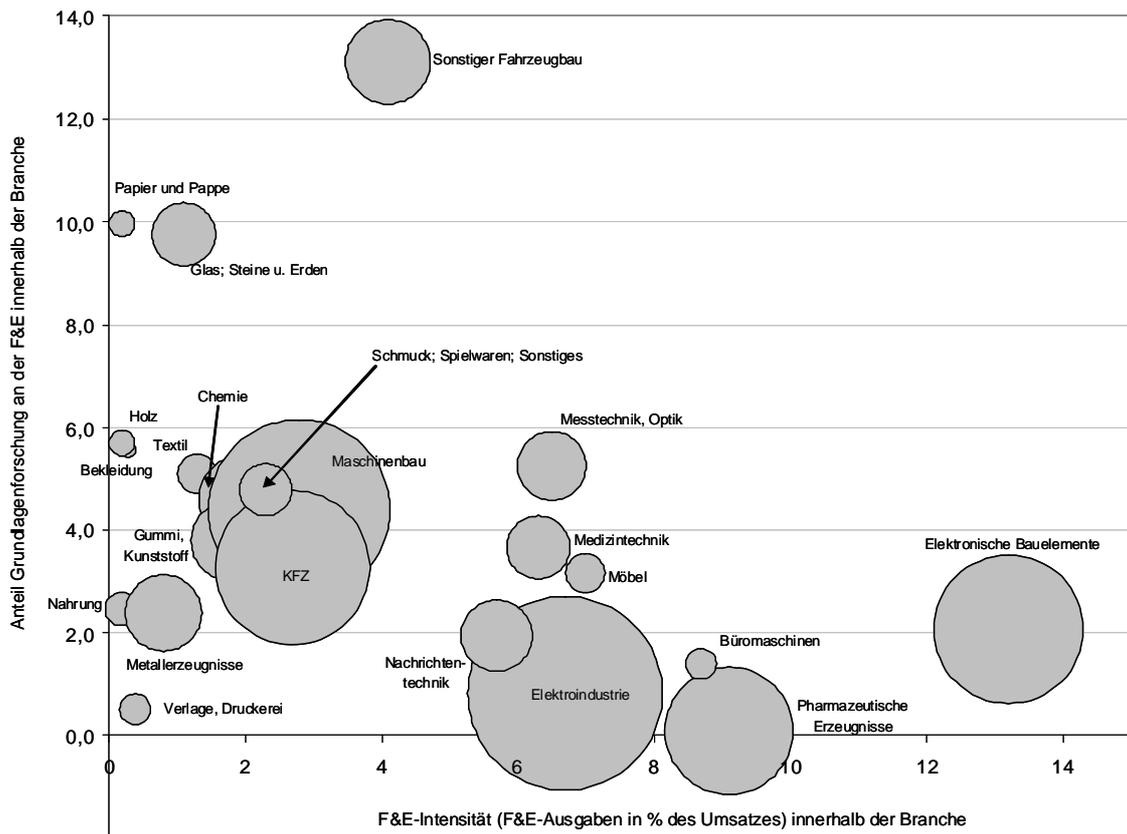
Bemerkenswert ist, dass jene Branchen, die eine hohe F&E-Intensität aufweisen, nicht unbedingt auch eine ausgeprägte Affinität zur Grundlagenforschung haben. Tatsächlich weisen die forschungsintensivsten Branchen Österreichs, wie z.B. Elektronische Bauelemente, die

⁴² Die geringen Investitionen durch Unternehmen in Grundlagenforschung sind kein österreichspezifisches Phänomen. Tatsächlich lässt sich sogar ein Trend feststellen, dass große, multinationale Unternehmen ihre Grundlagenforschung reduziert haben und ihre F&E-Labore mehr und mehr exklusiv auf Angewandte Forschung (sowie Experimentelle Entwicklung) ausrichten. Empirisch festmachen lässt sich dieser Trend nicht zuletzt an der sinkenden Zahl von wissenschaftlichen Publikationen durch Unternehmensforscher (vgl. Tijssen, 2004).

Pharmaindustrie, Büromaschinen, die Elektroindustrie (Geräte der Elektrizitätserzeugung und –verteilung) sowie die Rundfunk-, Fernseh- und Nachrichtentechnik überraschend geringe Anteile von Grundlagenforschung aus. Offensichtlich sind deren Forschungsanstrengungen überdurchschnittlich von den Forschungsarten Experimentelle Entwicklung und der Angewandten Forschung geprägt. Es sind also gerade jene – sowohl absolut als auch relativ – forschungsstarken Branchen Österreichs, die kaum (bzw. nur in sehr geringem Ausmaß) mit eigener Grundlagenforschung vertreten sind. Gründe hierfür mögen die Einbindung in multinational agierende Unternehmen (deren Forschungs-Headquarters im Ausland sind), die generelle Orientierung auf inkrementelle Innovationen oder eine ausgeprägte Arbeitsteilung mit universitären Kooperationspartner, die dann relevante Bereiche der Grundlagenforschung abdecken, sein.⁴³

Aber der geringe Anteil von grundlagenorientierter Forschung in forschungsintensiven Branchen lässt sich durchaus als Indiz für die herrschende und funktionierende Arbeitsteilung zwischen dem privaten Sektor und jener Forschungsart und –tätigkeit sehen, welche im öffentlichen Sektor durchgeführt wird. Oder wie es Charles Giancarlo, der Chefentwickler von Cisco Systems, einmal ausdrückte: „Basic research inside companies is impossible in a competitive world.“⁴⁴

Abbildung 11: F&E-Ausgaben, F&E-Intensität und Grundlagenforschungsorientierung in der Sachgütererzeugung



Anmerkung: Kreisgröße = absolutes Volumen der F&E-Ausgaben gesamt innerhalb der Branche

Quelle: Statistik Austria, FuE-Erhebung, eigene Berechnung

⁴³ In Österreich existieren diesbezüglich sehr ausgeprägte und spezifische Kooperationsstrukturen, wie zum Beispiel das COMET-Programm.

⁴⁴ Siehe The Economist, 3. März 2007, S. 71

Die höchsten Anteile der Grundlagenforschung finden sich im Sonstigen Fahrzeugbau (der u.a. den Flugzeugbau umfasst) mit ca. 13 %, in der Papierindustrie mit knapp 10 % sowie in der Glasindustrie (inkl. Waren aus Steinen und Erden) mit ebenfalls annähernd 10 % - zur Erinnerung: Der durchschnittliche Anteil der Grundlagenforschung beträgt in der Sachgütererzeugung 3,3 %. Die beiden letzteren Branchen spielen aber quantitativ in der österreichischen Forschungslandschaft nur eine geringe Rolle. Die Maschinenbauindustrie sowie der Fahrzeugbau (KFZ) sind quantitativ zwar sehr bedeutsam für die österreichische Forschungslandschaft (aufgrund der Vielzahl an Unternehmen mit eigener F&E), weisen aber, sowohl was die Forschungsintensität allgemein als auch was die Grundlagenforschungsorientierung betrifft, nur vergleichsweise durchschnittliche Werte auf (z.B. liegt die F&E-Intensität des Maschinenbaus mit 2,8 % nur etwas über dem Durchschnitt der österreichischen Sachgütererzeugung von 2,2 %).

Die Grundlagenforschung des Unternehmenssektors macht (inklusive des diesem Sektor zugerechneten Kooperativen Bereichs, der auch Forschungseinrichtungen wie AIT, Joanneum Research und die Kompetenzzentren umfasst) etwa 24 % der gesamten Grundlagenforschung Österreichs aus. Gleichzeitig ist jedoch für die Unternehmen die Grundlagenforschung rein quantitativ eine „Restgröße“. Nur ca. 3,3 % der Forschung in der Sachgütererzeugung ist als Grundlagenforschung im Sinne des Frascati-Manuals zu bezeichnen. Diesbezüglich gibt es große Unterschiede zwischen den einzelnen Branchen, von einem Minimum bei annähernd 0 % bis zu einem Maximum von etwas unter 14 % reicht die Bandbreite. Etwas überraschend ist die Tatsache, dass die forschungsintensivsten Branchen Österreichs tendenziell eher wenig Grundlagenforschung betreiben. Das bestätigt die übliche Diagnose, dass in Österreich viele Innovationserfolge mehr auf inkrementelle Innovationen zurückzuführen sind als auf neue Ergebnisse der Grundlagenforschung (als Basis für ‚radikale‘ Innovationen).

4.1.2 Grundlagenforschung im Hochschulsektor

In absoluten Zahlen werden im Wissenschaftszweig „Naturwissenschaften“ mit 318 Mio. € die meisten Mittel im Bereich der Grundlagenforschung investiert. Es folgen Humanmedizin (172 Mio. €) und die Geisteswissenschaften (115 Mio. €). Die folgende Tabelle 3 gibt auch einen Überblick über den Stellenwert der Grundlagenforschung in den jeweiligen Disziplinen (d.h. den Anteil der Grundlagenforschung an den F&E-Ausgaben des jeweiligen Wissenschaftszweiges). Die Grundlagenorientierung ist in den Geisteswissenschaften am höchsten (74 % der Forschung ist hier Grundlagenforschung). An zweiter Stelle liegen die Naturwissenschaften (62 %), gefolgt von den Sozialwissenschaften (45 %).

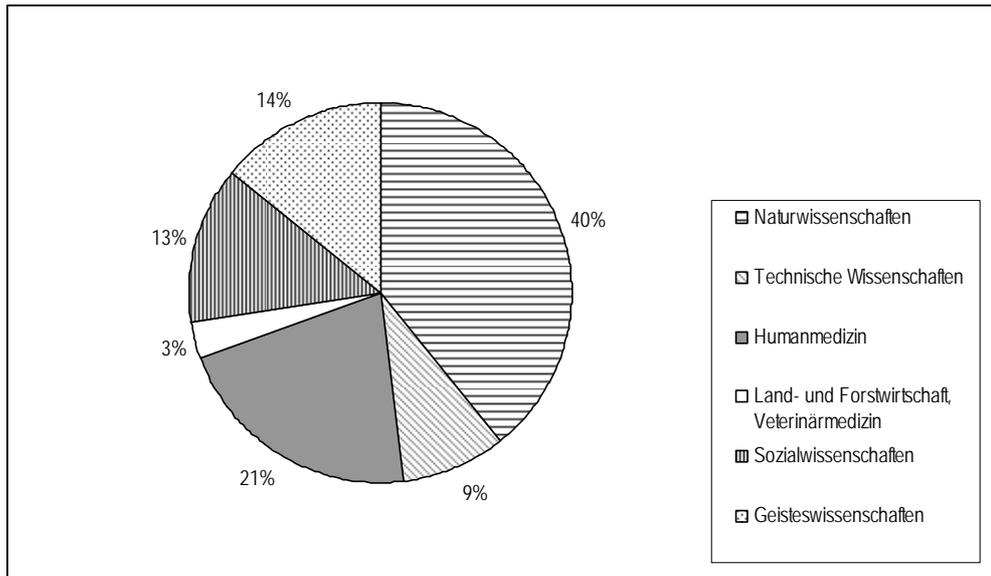
Tabelle 3: Ausgaben für F&E (2007) im Hochschulsektor nach Wissenschaftszweigen und Forschungsarten

| Wissenschaftszweige | Ausgaben für F&E insgesamt in 1.000 EUR | davon | | | | | |
|---|--|---------------------|------|----------------------|------|----------------------------|------|
| | | Grundlagenforschung | | Angewandte Forschung | | Experimentelle Entwicklung | |
| | | in 1.000 EUR | in % | in 1.000 EUR | in % | in 1.000 EUR | in % |
| Naturwissenschaften | 511.573 | 318.000 | 62,1 | 158.013 | 30,9 | 35.560 | 7,0 |
| Technische Wissenschaften | 241.128 | 73.416 | 30,4 | 135.937 | 56,4 | 31.775 | 13,2 |
| Humanmedizin | 423.118 | 172.458 | 40,8 | 198.666 | 46,9 | 51.994 | 12,3 |
| Land- und Forstwirtschaft, Veterinärmedizin | 68.012 | 25.799 | 37,9 | 35.647 | 52,4 | 6.566 | 9,7 |
| Sozialwissenschaften | 237.680 | 107.321 | 45,2 | 118.452 | 49,8 | 11.907 | 5,0 |
| Geisteswissenschaften | 155.766 | 115.447 | 74,1 | 35.167 | 22,6 | 5.152 | 3,3 |

Quelle: Statistik Austria (F&E-Vollerhebung 2007)

Betrachtet man die „Gewichte“ der einzelnen Wissenschaftszweige in Bezug auf das Gesamtvolumen der Grundlagenforschung im Hochschulsektor, so zeigt sich, dass auf die „harten“ Wissenschaften (Naturwissenschaften, Humanmedizin, Land- und Forstwirtschaft und technische Wissenschaften) drei Viertel der Grundlagenforschung entfallen. Auf der Ebene der einzelnen Disziplinen liegen die Naturwissenschaften mit einem Anteil von 40 % an der Spitze, gefolgt von der Humanmedizin (21 %). Auf die Technischen Wissenschaften entfallen hingegen nur knapp 9 % der gesamten Ausgaben für Grundlagenforschung.

Abbildung 12: Anteile der Wissenschaftszweige an den gesamten Ausgaben für Grundlagenforschung im Hochschulsektor



Quelle: Statistik Austria (F&E-Vollerhebung 2007)

Im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften sind die Mittel für Grundlagenforschung etwa gleich verteilt. 14 % der Mittel entfallen auf die Geisteswissenschaften und 13 % auf die Sozialwissenschaften.

5 Outputs, Transfer und Wirkung

Es wurde schon weiter oben die methodische sowie datentechnische Schwierigkeit angesprochen, den ökonomischen Ertrag der öffentlichen Investitionen in die Grundlagenforschung zu messen. Zu indirekt, zu facettenreich und in ihrer zeitlichen Dimension zu unüberschaubar sind die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung um in einer simplen Produktionsfunktion erfasst werden zu können. Es sind jene „spillover Effekte“ welche in der Neuen Wachstumstheorie⁴⁵ 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.

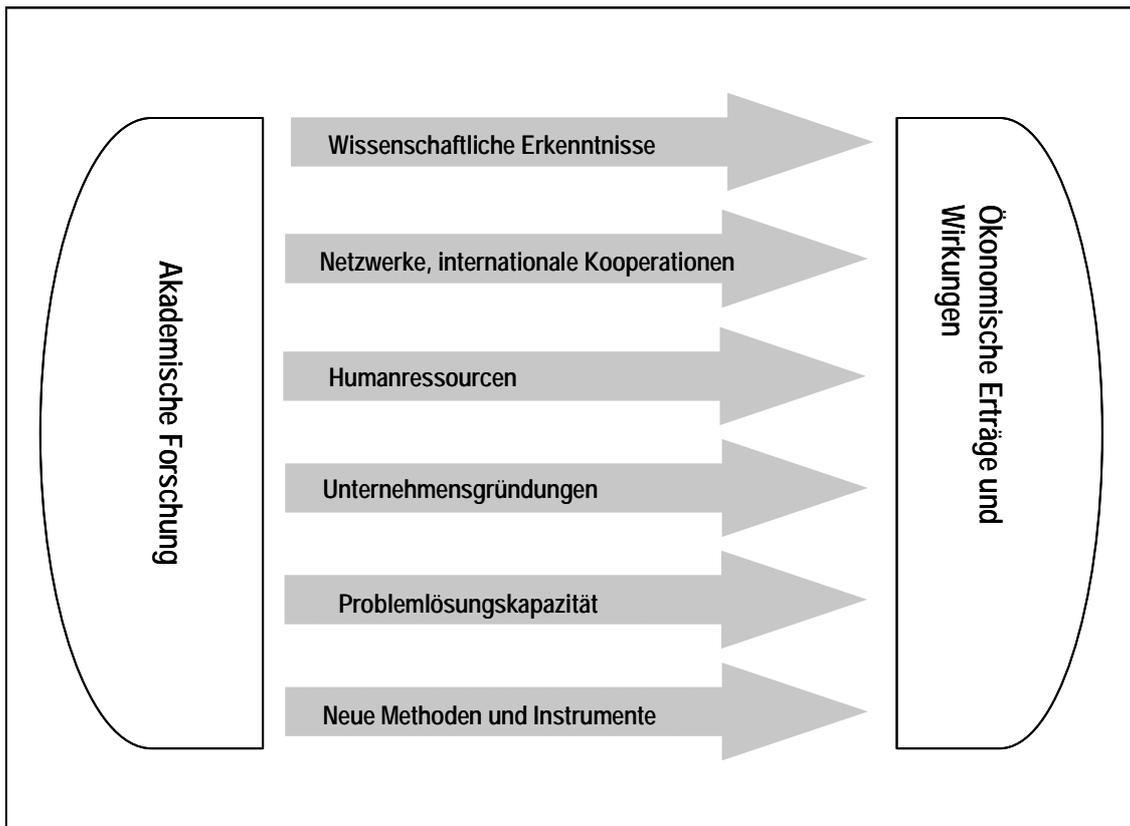
Dennoch haben schon Mitte der 1990er Jahre Ben Martin et al. (1996) verschiedene Kategorien von Outputs bzw. Effekten akademischer Forschung entwickelt, welche zwar umfangreich und teilweise gut messbar aber wahrscheinlich nur einen kleinen Teil der ökonomischen Wirkungen in der Lage sind abzudecken. Dennoch geben diese Kategorien, welche in weiterer Folge für Österreich analysiert werden, eine gute Grundlage für folgende Hypothese:

Öffentlich finanzierte Grundlagenforschung bzw. akademische Forschung erzielt in jenen kleinen Bereichen, in welchen die Outputs messbar und abschätzbar sind, immens ökonomische Wirkung. Daher muss man sich über die wirtschaftliche Relevanz der akademischen Forschung keine Sorgen zu machen.

Freilich lassen sich diese unterschiedlichen Kategorien (siehe Abbildung 13) nur schwer trennen, viele überlappen sich, stehen in einem komplementären Verhältnis und unterliegen sehr spezifischen zeitlichen Dimensionen. Auch weisen diese Kategorien sehr unterschiedliche Transferwege auf und sind wesentlich determiniert von der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin, der Technologie und letztlich den Spezifika der jeweiligen Industrien, 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.

⁴⁵ Romer (1994)

Abbildung 13: 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 Direkteinwirkungen 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.⁴⁶

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.

Denn es ist vor allem der Zeitfaktor, welcher bei der Frage nach der ökonomischen Relevanz von Grundlagenforschung, berücksichtigt werden muss. Es sind in diesem Zusammenhang nach wie vor die Studien von Mansfield (1991, 1995, 1996a, 1996b), welche den Versuche unternahmen

... to estimate the extent to which technological innovations in various industries have been based on recent academic research and the time lags between investment in recent academic research projects and the industrial utilisation of their findings'.⁴⁷

⁴⁶ Pavitt, K. (1991)

⁴⁷ Mansfield (1991); S. 1

In einem methodisch sehr nachvollziehbaren Ansatz zeigt Mansfield, dass 11 % von den untersuchten Produktinnovationen und 9 % der Prozessinnovationen ohne akademische Forschung nicht (bzw. nur mit erheblichen Verzögerungen) entwickelt hätten werden können. Es war vor allem die Pharmaindustrie, welche ein hohes Maß an Abhängigkeit von den Forschungsergebnissen des akademischen Sektors aufwies. Dabei betont Mansfield, dass es nicht die direkt verwertbaren Erfindungen sind, welche die ökonomische Verwertbarkeit des akademischen Wissens charakterisieren, sondern das empirisch-theoretische Know-how und die an den Universitäten entwickelten Methoden und Instrumente, welche für die Industrie den eigentliche Nutzen bedeuten.

In Nachfolgestudien untersuchte Mansfield weitere Faktoren, welche aus Sicht der Industrie entscheidend für eine Verwertung sind und somit „nützliche Grundlagenforschung“ ermöglichen:

Das wesentliche Ergebnis ist eine Bestätigung dessen, was K. Pavitt in dem sehr einfachen Satz zum Ausdruck brachte: *useful science is good science*.⁴⁸ 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.”^{49, 50}

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 nur noch höheren Ausmaß zu. Das öffentliche Forschungssystem steht zu dem privaten in einem komplementären Verhältnis⁵¹, in einer ‚two-way interaction‘⁵². Mehr denn je bedarf es der freien und wissenschaftsorientierten Forschung um komplementär jene Forschungsart abzudecken, welche sich Unternehmen nicht mehr leisten können und wollen; welche langfristig orientiert, 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‘⁵³ bei, welche für Unternehmen die Nutzbarmachung neuer Methoden, neuer Informationen, neuer Erkenntnisse, etc. bedeutet. Gern wird in diesem Zusammenhang die

⁴⁸ Pavitt (1997). „Systematic evidence from the US shows that the academic research that corporate practitioners find most useful is publicly funded, performed in research universities, published in prestigious referred journals“ (Pavitt, 2001, S. 90).

⁴⁹ Rosenberg und Nelson (1994), S. 340

⁵⁰ Weitere Faktoren aus der Sicht der Industrie sind die Nähe zu Universitäten sowie die kritische Masse von Forschungspersonal, Ausrüstung und Instrumenten.

⁵¹ ... und nicht in einem substitutiven Verhältnis, wie es aus einfachen ökonometrischen Schätzungen (siehe Kapitel 1) zu schließen wäre.

⁵² Meyer-Kramer und Schmoch (1998)

⁵³ Klevorick et al. (1995)

Analogie einer Wahllurne 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 Urne kommen.⁵⁴

Die wissenschaftlichen Grundlagen sind somit unabdingbar für technologische Entwicklungen und bedeuten neue Ideen und Opportunitäten. Die Ausweitung des Wissensstocks und die Entwicklung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse zählen somit zu den ureigensten Aufgaben der öffentlich finanzierten Forschung. Der Output wird gemeinhin in den wissenschaftlichen Publikationen gemessen.

Gut ausgebildetes Forschungspersonal und Humankapital zählen 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'.*⁵⁵

Dabei geht es nicht um den simplen Transfer des an der Universität erlernten Wissens, als vielmehr um das Erlernen der Fähigkeit neues Wissen zu erlernen und zu nutzen. Gut ausgebildetes Humankapital bildet in einem Unternehmen jene Fähigkeit, welche als *'absorptive capacity'*⁵⁶ externes Wissen zu nutzen und internes Wissen weiterzuentwickeln versteht. Diese zwei Gesichter von F&E (*two faces of R&D*) verdeutlichen die Notwendigkeit eigener Forschungs- und Entwicklungstätigkeit um damit auch die Voraussetzung zu erfüllen, mit Forschern an Universitäten zu kooperieren.

Der dritte Aspekt, der in weitere Folge analysiert werden soll, weist wahrscheinlich den höchsten Beitrag zum wirtschaftlichen Strukturwandel auf. 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 dem Neugründungsgeschehen eine wesentliche Rolle zu, und dabei nicht zuletzt den Unternehmensgründungen aus dem akademischen Bereich. Spinoff-Gründungen bezeichnen dabei Neugründungen von Unternehmen mit dem Zweck, neues Wissen, das in öffentlichen Forschungseinrichtungen erarbeitet wurde, in Marktangebote und damit Wertschöpfung und Beschäftigung umzusetzen. Durch Spinoffs werden also neue Forschungsergebnisse direkt in kommerzielle Anwendung transferiert.

In den folgenden Ausführungen wollen wir uns daher diesen drei Outputkategorien (wissenschaftliche Publikationen, Humankapital und akademische Spinoff-Gründungen) des akademischen Sektors widmen und sie in ihrer Relevanz für Österreich analysieren.

5.1 WISSENSCHAFTLICHE PUBLIKATIONEN

Das Wissenschaftssystem im engeren Sinn (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.

⁵⁴ Siehe dazu Salter und Martin (2001)

⁵⁵ Senker (1995)

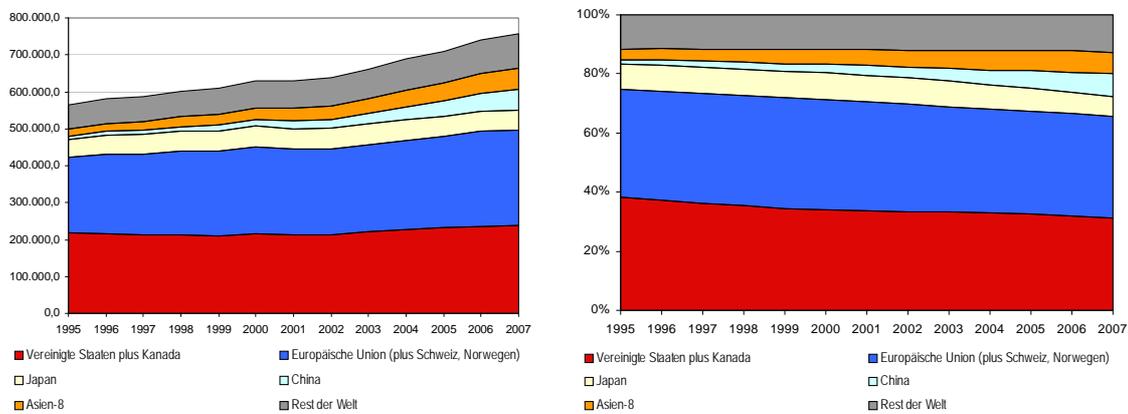
⁵⁶ Cohen und Levinthal (1989)

Allerdings ist die Messung der Leistungsfähigkeit des Wissenschaftssystems – und hier vor allem der internationale Vergleich - mit notorischen Problemen behaftet. Trotz aller durchaus berechtigten Kritik haben sich einige quantitative, auf bibliometrischen Daten beruhende, Indikatoren über Publikationen und Zitationen (sowie davon abgeleitete Indikatoren) als aussagefähig erwiesen, sofern man ihre spezifischen Restriktionen bei der Einschätzung berücksichtigt. Grundlage für die Indikatorenbildung sind bibliographische Datenbanken wie „Scopus“, „ISI/Thomson“ oder „Web of Science“, die – zunehmend online – das publizierte wissenschaftlich-technologische Wissen in Form von Artikeln in wissenschaftlichen Fachzeitschriften sammeln, speichern und klassifizieren.

Im Folgenden soll in gebotener Kürze ein Überblick über wichtige Aspekte des wissenschaftlichen Outputs des österreichischen Wissenschaftssystems sowie dessen internationale Positionierung auf Basis einschlägiger bibliometrischer Indikatoren gegeben werden

Global gesehen stieg die Produktion des wissenschaftlich-akademischen 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 Zeitraum⁵⁷) 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.

Abbildung 14: Entwicklung der Zahl der wissenschaftlichen Publikationen nach Großregionen (1995-2007)



Quelle: NSB basierend auf SCI Thomson Daten, eigene Berechnungen

Deutlich zeigt sich die relative Verschiebung der Publikationsanteile weg vom traditionellen Zentrum (USA), das die niedrigste Wachstumsrate (durchschnittlich jährlich um lediglich 0,82 %) 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 1,07 % eine deutlich unterdurchschnittliche Wachstumsrate auf und folgerichtig ging Japans Anteil von 8 % auf 7 % zurück.

⁵⁷ Nominelles Wachstum. Weiters bezieht sich dieses Wachstum auf die gesamten F&E-Ausgaben, also einschließlich der F&E-Ausgaben des privaten Unternehmenssektors, die in den meisten Ländern wesentlich stärker gewachsen sind als jene des öffentlichen Sektors.

Der Anteil der Europäischen Union (die EU-27 Länder „rückgerechnet“ auf den gesamten Zeitraum plus Norwegen und die Schweiz) ging ebenfalls leicht zurück und zwar von 36,4 % auf 34,2 %. Da das Wachstum der Zahl der europäischen Publikationen jedoch mehr als doppelt so hoch war wie jenes in den USA (2,11 versus 0,87) konnte sich Europa im betrachteten Zeitraum als absolut gesehen größter „Wissensproduzent“ etablieren (Europa überholte die USA im Jahr 1997 – zur Relativierung dieser Entwicklung siehe auch den Abschnitt zum „Europäischen Paradoxon“ in diesem Artikel).

Die höchsten Wachstumsraten finden sich jedoch in den dynamischen Volkswirtschaften in Asien. Einerseits sind es die aufstrebenden Volkswirtschaften der Asia-8 (Indien, Indonesien, Malaysia, Philippinen, Singapur, Südkorea, Taiwan und Thailand) und andererseits China, die mit beträchtlichen Wachstumsraten enorme Anteilsgewinne der globalen Produktion akademischen Wissens verzeichnen konnten. Dank einer durchschnittlichen jährlichen 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.

Die globale Wissenschaftslandschaft ist geprägt durch ein stetiges Wachstum der Zahl der Publikationen, wobei sich dieses Wachstum in den vergangenen zehn Jahren gegenüber der vorangehenden Dekade beschleunigt hat. Wachstumstreiber sind vor allem asiatische Staaten, allen voran China und Indien, die mittlerweile auch in absoluten Zahlen ein bedeutsames Gewicht in der globalen Wissensproduktion aufweisen. Aufgrund der Stagnation der Zahl der Publikationen in den USA und des vergleichsweise geringen Wachstums in Westeuropa haben sich die entsprechenden Anteile der jeweiligen Weltregionen zugunsten Asiens verschoben. In absoluten Zahlen weist derzeit Europa die höchste Zahl an Publikationen auf, ca. 34 % aller Publikationen haben ihren Ursprung in Europa.

Vor diesem Hintergrund der globalen Entwicklung auf Ebene der Großregionen soll im Folgenden die Dynamik Österreichs bezüglich der akademischen Wissensproduktion betrachtet werden. Zunächst ist festzuhalten, dass Österreichs Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen mit ca. 0,6 % verschwindend gering ist. Somit ist Österreich, 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. Deutlich wird dieser Umstand auch, wenn die absoluten Zahlen betrachtet werden: Den ca. 758.000 Publikationen weltweit (im Jahr 2007) stehen lediglich 4.800 österreichische Publikationen gegenüber.

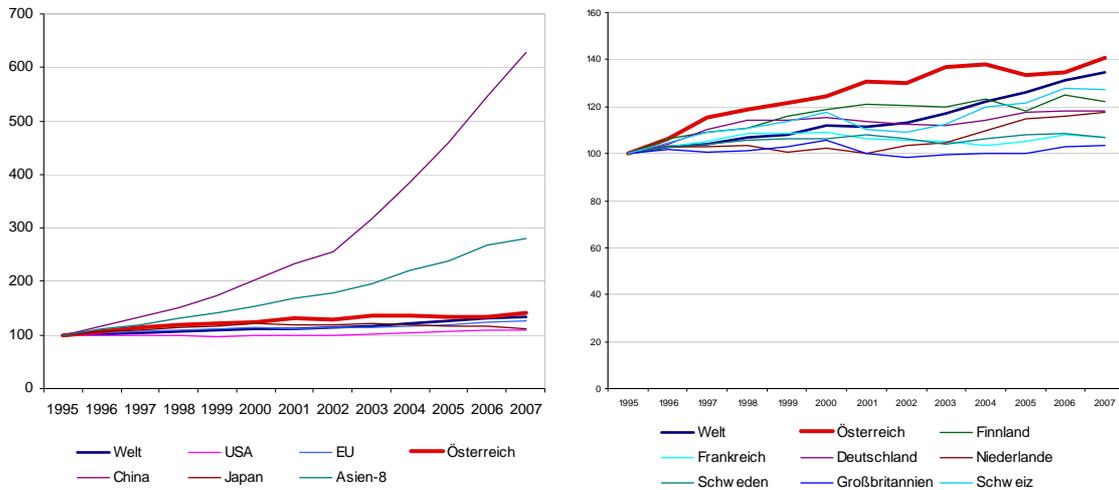
Bemerkenswert ist allerdings, dass Österreich im europäischen Vergleich überdurchschnittliche Wachstumsraten seines Publikationsoutputs verzeichnen konnte. Mit einem durchschnittlichen jährlichen Wachstum von 3,16 % innerhalb der Beobachtungsperiode liegt Österreichs sogar über dem globalen Wachstumstrend (2,72 %). Dadurch kam es im gegebenen Zeitraum folglich auch zu einem – wenn auch geringen – Anteilsgewinn Österreichs von 0,61 % (im Jahr 1995) auf 0,64 % im Jahr 2007. Das Anteilsmaximum hat Österreich aber bereits im Jahr 2001 erzielt, und zwar mit 0,71 %. Seither wächst das globale Publikationsaufkommen stärker als das österreichische. In diesem Zusammenhang ist eine zeitlich differenziertere Betrachtung des Wachstums der Zahl der österreichischen Publikationen zwischen 1995 und 2007 von Interesse. Bis zum Jahr 2001 war das österreichische Wachstum wesentlich höher als in der darauffolgenden Periode (2002 bis 2007). Die jährlichen Wachstumsraten schwankten in der ersten Periode zwischen 2,1 % (1999) und 8,3 % (1997), während

es in der zweiten Periode gelegentlich sogar zu einem Rückgang des Publikationsaufkommens kam (und zwar 2002 mit -0,1 % und 2005 mit -3,1 %). Es bleibt abzuwarten, inwieweit dieser Rückgang der Wachstumsraten Österreichs einen Trendbruch darstellt, oder ob es sich um einmalige Schwankungen/Rückschläge innerhalb eines nachhaltigen Wachstumstrends handelt. Auf der globalen Ebene findet sich für das Jahr 2001 ebenfalls ein Wachstumseinbruch, danach setzte sich der Wachstumstrend jedoch ungebremst fort.

Wie stellt sich nun die österreichische Entwicklung innerhalb der europäischen Entwicklung bzw. im Vergleich zu einigen ausgewählten Ländern ähnlicher Größe dar? Tatsächlich zählt die österreichische Wachstumsrate der Zahl der Publikationen zu den höchsten innerhalb der Europäischen Union. Höhere Wachstumsraten findet man vor allem in den neuen Mitgliedsländern, deren nationale Wissenschaftssysteme – ausgehend von einem niedrigen Niveau – noch immer einem Modernisierungs- und Transformationsprozess unterliegen. Länder wie die Tschechische Republik, Polen oder Ungarn erzielten in der Beobachtungsperiode Wachstumsraten von 5,9 % (Tschechien), 4,2 % (Polen) bzw. 3 % (Ungarn). Innerhalb der „alten“ EU übertreffen Länder wie Irland (6,7 %), Spanien (5,8 %) und Italien (3,7 %) das österreichische Wachstum.

Jene (west-)europäischen Länder mit einem „reifen“ Wissenschaftssystem hingegen weisen durchgängig niedrigere Wachstumsraten als Österreich auf. Besonders niedrig sind die Wachstumsraten bei den drei größten und „reifsten“ nationalen Wissenschaftssystemen Europas: in Deutschland werden 1,5 % erreicht, in Frankreich 0,6 % und in Großbritannien lediglich 0,3 %. Auch kleinere EU-Länder mit hochentwickelten, „reifen“ Systemen wie die Niederlande (1,5 %) und Schweden (0,6 %) verzeichnen geringere Wachstumsraten als Österreich. Dies kann einerseits als ein Aufholprozess Österreichs verstanden werden, nicht zuletzt als Folge von deutlich gestiegenen Ressourcen für F&E (die österreichische F&E-Quote – als allgemeiner Indikator für die Verfügbarkeit einschlägiger Ressourcen – hat im hier betrachteten Zeitraum ja eine herausragende Dynamik verzeichnet, sie stieg von 1,7 % im Jahr 1997 auf 2,54 % im Jahr 2007, die Quote der F&E-Ausgaben des Bundes stieg im gleichen Zeitraum von 0,59 % auf 0,71 %) und andererseits als ein „Normalisierungsprozess“ insofern als sich das österreichische Wissenschaftssystem mehr und mehr den andernorts längst üblichen Bedingungen des internationalen Wissenschaftsbetriebs (nämlich der Publikation in peer-reviewed internationalen, d.h. weitgehend englischsprachigen, Zeitschriften) angleicht. Letztere Interpretation enthält die Annahme, dass der überdurchschnittliche Wachstumsprozess Österreichs also lediglich (oder hauptsächlich) auf das Überwinden alter Schwächen und struktureller Defizite zurückzuführen sei und folgerichtig einen „Einmaligkeitscharakter“ aufweist. D.h. die damit verbundenen Wachstumseffekte sind nur einmal zu lukrieren; nach erfolgreichem Überwinden dieser strukturellen Schwächen und der Erzielung eines qualitativ „reifen“ Wissenschaftssystems sind für ein weiteres Wachstum somit entsprechende quantitative Inputsteigerungen notwendig (d.h. im wesentlichen mehr ForscherInnen, die mit mehr finanziellen Ressourcen dann mehr Output in Form von Publikationen erzielen bei gleichbleibender Intensität).

Abbildung 15: Entwicklung der Zahl der Publikationen in ausgewählten Ländern und Großregionen in Vergleich mit Österreich (Index 1995 = 100)

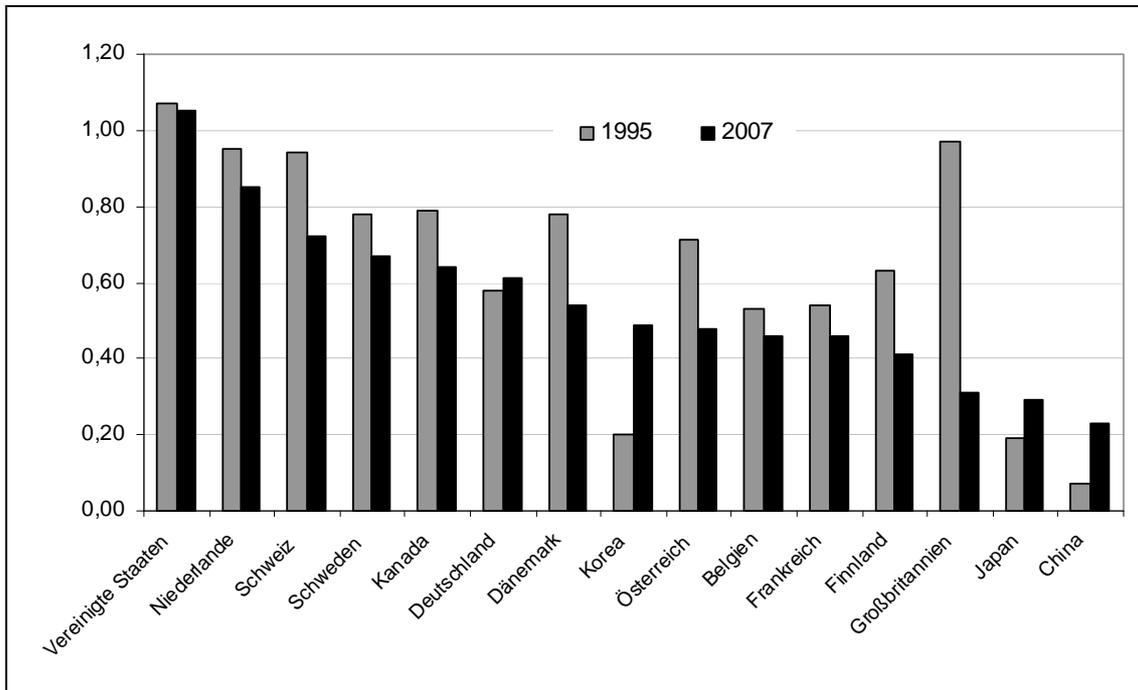


Quelle: NSB basierend aus SCI Thomson Daten, eigene Berechnungen

Österreich weist einen Anteil am weltweiten Publikationsaufkommen von ca. 0,6 % auf. Die Wachstumsraten waren in Österreich in den vergangenen Jahren deutlich höher als im westeuropäischen Vergleich und gemessen im Zeitraum zwischen 1995 und 2007 auch höher als im weltweiten Vergleich. An das herausragende Wachstum (jährliche Wachstumsraten im zweistelligen Bereich) vieler asiatischer Länder kommt Österreich mit einer jährlichen Zunahme von ca. 3 % jedoch nicht annähernd heran.

Die bisherigen Ausführungen beziehen sich alle auf absolute Zahlen bzw. deren Veränderungsraten sowie die entsprechenden Anteile der einzelnen Länder. Für einen Vergleich von Ländern ganz unterschiedlicher Größen ist es jedoch naheliegenderweise sinnvoll auch die jeweiligen Intensitäten (also die „Produktivität“ pro Wissenschaftler und/oder pro eingesetzten F&E-Ausgaben) zu betrachten. Die höchsten Publikationsintensitäten werden in den USA, gefolgt von den Niederlanden und der Schweiz erzielt (vgl. Abbildung 16). Die traditionell ebenfalls sehr hohe Publikationsintensität in Großbritannien ist im letzten Jahrzehnt aufgrund des enormen Wachstums der Zahl der Wissenschaftler im Hochschulsektor bei gleichzeitig nur gering steigender Publikationszahl sehr stark zurückgegangen. Österreich liegt diesbezüglich im Mittelfeld und weist ähnliche Publikationsintensitäten wie Deutschland, Belgien oder auch Frankreich auf. Besonders beeindruckend ist das Wachstum der Publikationsintensität in Südkorea und in China. Diese Länder konnten sich in den vergangenen Jahren mehr und mehr in den internationalen Wissenschaftsbetrieb integrieren und haben gleichzeitig ihre Wissenschaftssysteme auch quantitativ erheblich ausgebaut. Zu bemerken ist aber, dass China von einem sehr niedrigen Niveau (was die Publikationsintensität betrifft) gestartet ist und derzeit (2007) auch noch immer die niedrigste Intensität aller hier betrachteten Länder aufweist.

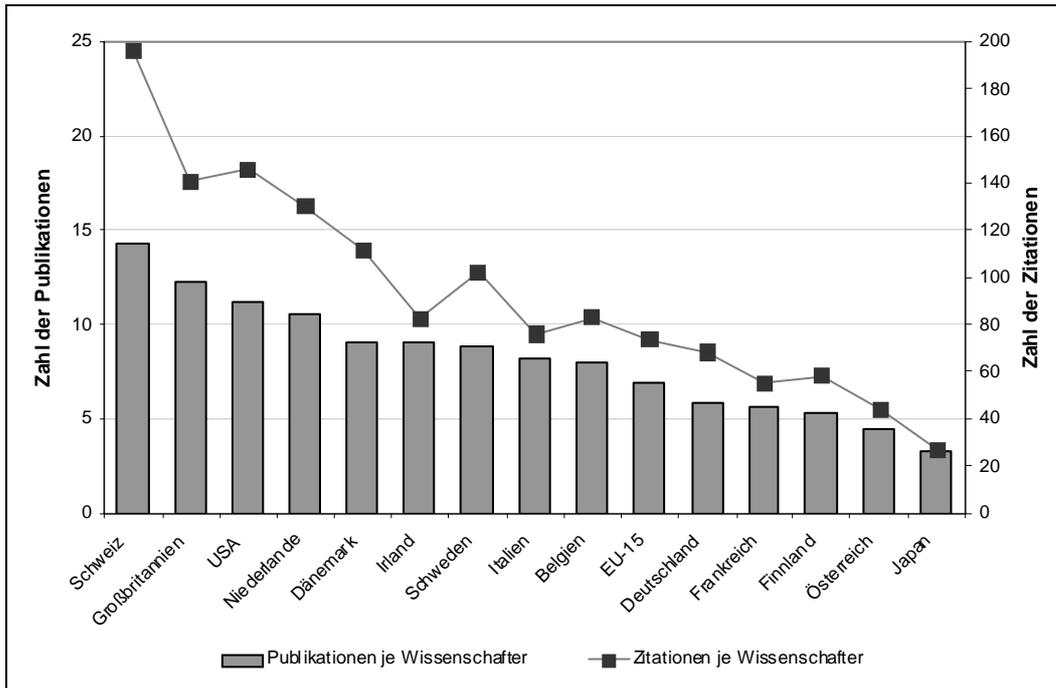
Abbildung 16: Publikationsintensität (Publikationen pro Wissenschaftler im Hochschulsektor) in ausgewählten Ländern



Quelle: NSB basierend aus SCI Thomson Daten, OECD, eigene Berechnungen

Abbildung 17 stellt die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in internationalen Fachjournalen sowie der entsprechenden Zitationen je Wissenschaftler dar. Im Unterschied zur Anzahl der Publikationen geben Zitationen Aufschluss über deren Relevanz (bzw. den ‚impact‘) einer wissenschaftlichen Arbeit für andere Wissenschaftler und sind somit im weitesten Sinn ein Indikator für die Qualität bzw. für die Exzellenz wissenschaftlicher Forschung. Abbildung 17 zeigt, dass US-Wissenschaftler im Schnitt produktiver sind (11,19 gegen 6,95 Publikationen je Forscher über den Zeitraum 1997-2006), und auch mehr Zitationen auf ihre Forschungsergebnisse ziehen (146,04 Zitationen gegen 73,62 für die EU15) als der europäische Durchschnitt. Dies deutet darauf hin, dass ihre wissenschaftlichen Arbeiten für andere Wissenschaftler im Schnitt relevanter sind als jene ihrer europäischen Kollegen. Kurz gesagt: Die Forscher in den USA sind wesentlich produktiver und produzieren – gemessen an den Zitationen – relevantere Arbeiten als ihre europäischen Kolleginnen und Kollegen.

Abbildung 17: Zahl der Publikationen und der Zitationen je Wissenschaftler (1997-2006)



Anmerkung: Wissenschaftler im öffentlichen Sektor (in VZÄ)

Quelle: Reckling (2007)

Innerhalb Europas gibt es erhebliche Unterschiede, wobei die Schweiz bei beiden hier verwendeten Indikatoren an der Spitze liegt. Großbritannien führt die Liste der EU-Staaten – gefolgt von den Niederlanden – an. Diese beiden Länder (und mit einigen Abstrichen auch Schweden und Dänemark) sind die einzigen EU-Staaten, die zumindest annähernd das US-amerikanische Niveau erreichen. Österreich liegt mit 4,48 Publikationen/Wissenschaftler sowie 44,18 Zitationen/Wissenschaftler in Hinblick auf diese beiden Indikatoren deutlich hinter den USA und den oben genannten europäischen Spitzenländern. Auch gegenüber dem EU-15-Schnitt fällt Österreich zurück.

Ein interessanter Indikator für die Fähigkeit eines Wissenschaftssystems „exzellente“ (hier verstanden als international wahrgenommene, d.h. häufig zitierte) Forschung zu generieren ist die Anzahl vielzitierten Forscher, kurz HCRs als Abkürzung für *highly cited researchers*⁵⁸. ICI Thomson stellt entsprechende Daten öffentlich zur Verfügung,⁵⁹ wobei zunächst für den Zeitraum von 1981 bis 1999 alle zitierten Publikationen herangezogen werden und dann für 21 wissenschaftliche Disziplin(gruppen) die 250 jeweils am häufigsten zitierten Autoren dieser Publikationen ermittelt werden. Insgesamt umfasst die Liste 5790 vielzitierte Autoren und Autorinnen, wobei sich diese auf 41 Länder verteilen. Nachteil dieses Indikators ist der notwendige Rückgriff auf ältere Publikationszeitreihen, da ja erst nach einer gewissen Zeit ‚endgültig‘ entschieden werden kann, ob eine Publikation viel zitiert wurde oder nicht. Somit können zeitnahe Änderungen (z.B. der enorme Bedeutungsgewinn Chinas in den letzten Jahren) nicht adäquat berücksichtigt werden.

Tabelle 4 stellt die Anzahl vielzitierten Wissenschaftler in den ‚forschungsstärksten‘ (gemessen anhand der Zahl der vielzitierten Wissenschaftler pro 1 Mio. Einwohner) Ländern einander gegenüber. Auffällig ist zunächst, dass sich – absolut gesehen - die vielzitierten Wissenschaftler auf einige wenige Länder konzentrieren. Auf die hier betrachteten Top 20 Länder entfallen immerhin 98 % (!) aller

⁵⁸ Siehe Bauwens et al. (2008)

⁵⁹ ISIHighlyCited.com

vielzitierten Wissenschaftler. Und auch innerhalb dieser führenden Länder findet sich eine starke Konzentration auf einige wenige Länder, wobei hier allen voran die USA mit einem globalen Anteil von 66 % an allen vielzitierten Wissenschaftlern hervorzuheben sind. Die diesbezügliche Konzentration ist somit deutlich stärker als jene bei den Publikationen. Bemerkenswert ist weiters, dass die USA nicht nur in absoluten Zahlen dominant sind, sondern auch bezüglich der Intensität (HCR/Einwohner) an erster Stelle liegen. Lediglich die Schweiz und Israel kommen annähernd an die hohe Intensität der USA heran. Von daher muss auch die Tatsache relativiert werden, dass Europa mehr Publikationen als die USA hervorbringen. Denn der ‚Impact‘ dieser europäischen Publikationen ist offensichtlich geringer als jener der USA.

Tabelle 4: Vielzitierte Wissenschaftler in den 20 ‚forschungsstärksten‘ Ländern

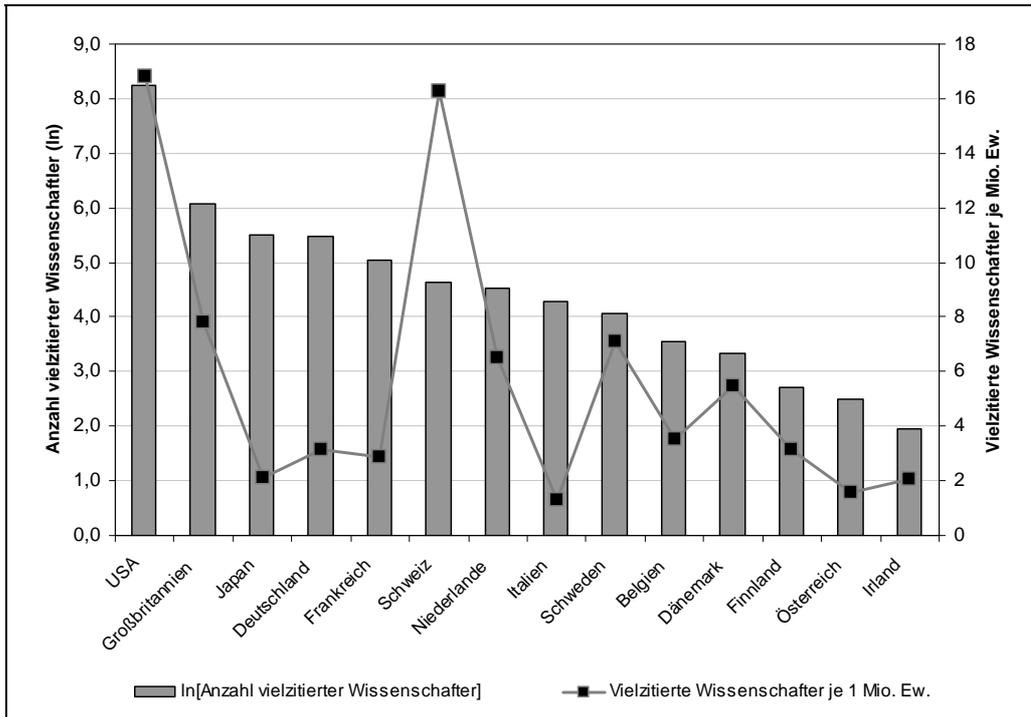
| | HCRs pro Mio. Ew. | Anzahl HCRs |
|----------------|-------------------|-------------|
| USA | 16,82 | 3829 |
| Schweiz | 16,28 | 103 |
| Israel | 12,49 | 47 |
| Großbritannien | 7,79 | 439 |
| Australien | 7,13 | 105 |
| Schweden | 7,09 | 59 |
| Kanada | 7,03 | 172 |
| Niederlande | 6,5 | 92 |
| Dänemark | 5,47 | 28 |
| Neuseeland | 5,46 | 17 |
| Belgien | 3,55 | 35 |
| Finnland | 3,14 | 15 |
| Deutschland | 3,12 | 240 |
| Norwegen | 2,93 | 12 |
| Frankreich | 2,88 | 155 |
| Japan | 2,12 | 247 |
| Irland | 2,06 | 7 |
| Singapur | 1,66 | 4 |
| Österreich | 1,59 | 12 |
| Italien | 1,28 | 72 |

Quelle: Bauwens et al. (2008) basierend auf Daten von ISIhighlycited.com

Österreich rangiert zwar – was diesen Indikator anbelangt - unter den zwanzig Spitzennationen. Mit zwölf vielzitierten Wissenschaftler spielt Österreich absolut gesehen aber nur eine verschwindend kleine Rolle. Vor allem der Vergleich mit der Schweiz fällt ungünstig aus⁶⁰. In der Schweiz gibt es immerhin achtmal mehr vielzitierte Forscher. In Schweden und den Niederlanden ist die Zahl mehr als viermal höher und selbst in Dänemark forschen immer noch mehr als doppelt so viele vielzitierte Wissenschaftler als in Österreich. Dieser Abstand Österreichs zu den führenden Ländern zeigt sich auch, wenn man die absoluten Zahlen in Bezug zu den jeweiligen Einwohnerzahlen (z.B. Österreich 1,59 vielzitierte Wissenschaftler pro 1 Mio. Einwohner gegenüber 16,28 in der Schweiz) setzt.

⁶⁰ Die Schweiz profitiert natürlich davon, dass sie Standort internationaler Forschungsorganisationen ist (allen voran CERN). Allerdings ist die gute Position der Schweiz durchaus vorrangig der hervorragenden Stellung des Schweizer Wissenschaftssystems und seiner Hochschulen geschuldet. Der Anteil der HCRs vom CERN an den gesamten Schweizer HCRs beträgt derzeit ca. 7 %. Der Anteil der Publikationen von CERN-Mitarbeitern am gesamten Schweizer Publikationsaufkommen beträgt im mehrjährigen Durchschnitt knapp 5 %.

Abbildung 18: Zahl der vielzitierten Wissenschaftler (absolut und je Million Einwohner)



Anmerkung: Wissenschaftler im öffentlichen Sektor (in VZÄ)

Quelle: Bauwens et al 2007 basierend auf Daten von ISIHighlyCited.com

Die Publikationsintensität variiert zwischen den einzelnen Ländern sehr stark. An der Spitze liegen die USA, gefolgt von einigen kleineren europäischen Ländern mit traditionell hoher Forschungsorientierung (Schweiz, Schweden) bzw. herausragender Anbindung an die englischsprachige Wissenschaftswelt (Niederlande). Österreich liegt im unteren Mittelfeld. Die aufholenden Länder Asiens sind bei der Publikationsintensität noch stark abgeschlagen, weisen jedoch eine starke Zunahme auf.

Hinsichtlich der Zahl von ‚vielzitierten Forschern‘ (gemessen als Intensität pro Mio. Einwohnern) liegt Österreich immerhin unter den Top 20 Staaten weltweit. Allerdings ist Österreich dabei weit abgeschlagen hinter vergleichbaren Ländern wie der Schweiz und den Niederlanden.

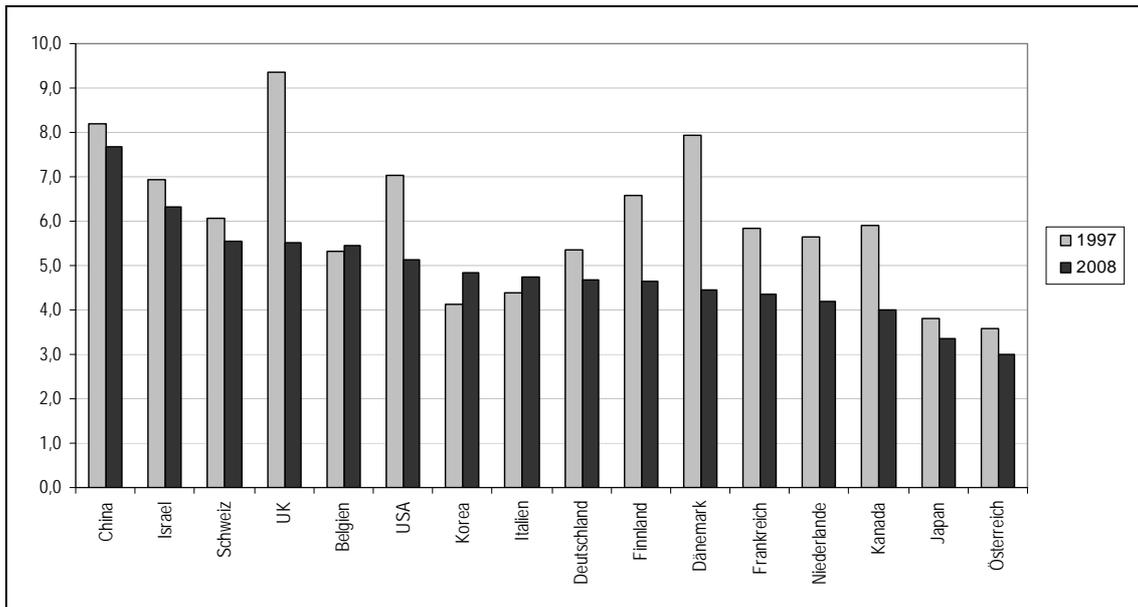
Abbildung 19 zeigt ein weiteres Maß der Publikationsintensität, indem die Zahl der Publikationen pro Mio. US-Dollar an Hochschulforschung (Higher education expenditures on R&D - HERD)⁶¹ für die Jahre 1997 und 2008 angegeben werden. Bei der Interpretation der Daten ist zu berücksichtigen, dass es zu einem großen Lohnunterschied zwischen diesen Ländern gibt⁶² und zum anderen die jeweiligen nationalen Universitätssysteme sehr verschieden sind (insbesondere auch was das Verhältnis von universitärer Lehre zu Forschung betrifft).

Zu bemerken ist ein genereller Trend (Ausnahmen: Korea und Italien) zu einer Abnahme der Zahl der Publikationen pro 1 Mio. US-Dollar, was auf eine generische „Verteuerung“ akademischer Forschung hinweist. Österreich befindet sich mit lediglich drei Publikationen pro Mio. US-Dollar (im Jahr 2008) am unteren Ende der hier ausgewählten Länder.

⁶¹ Zu Preisen von 2000 und Kaufkraftparitäten.

⁶² Länder mit niedrigen Löhnen (China!) können mit 1 Mio. US-Dollar natürlich wesentlich mehr Hochschulforscher finanzieren als die reichen Hochlohnländer. Ceteris paribus ist dann die Zahl der Publikationen pro 1 Mio. HERD in Niedriglohnländern höher.

Abbildung 19: Zahl der Publikationen pro Mio. US-Dollar Hochschulforschung (HERD) (1997/2008)



Quelle: OECD, NSB

Auch diese Beziehung verweist auf die Problematik, dass die Erhöhung des staatlichen Fördervolumens für den Hochschulsektor sich nicht automatisch in einem erhöhten wissenschaftlichen Output widerspiegeln muss. Die *National Science Foundation* zum Beispiel hat errechnet, dass der Ressourcenbedarf pro Publikation an den Top 200 akademischen Forschungseinrichtungen in den USA, zwischen 1990 und 2001 um 30 % gestiegen ist. Als Gründe dafür werden höhere Kosten aufgrund einer generisch höheren Komplexität der Forschung, überdurchschnittliches Wachstum der Lohn- und Infrastrukturkosten (im Vergleich zur allgemeinen Preisentwicklung) sowie gestiegene Kommunikationskosten aufgrund vermehrter (internationaler) Kooperation.

5.1.1 Internationale Ko-Publikationen

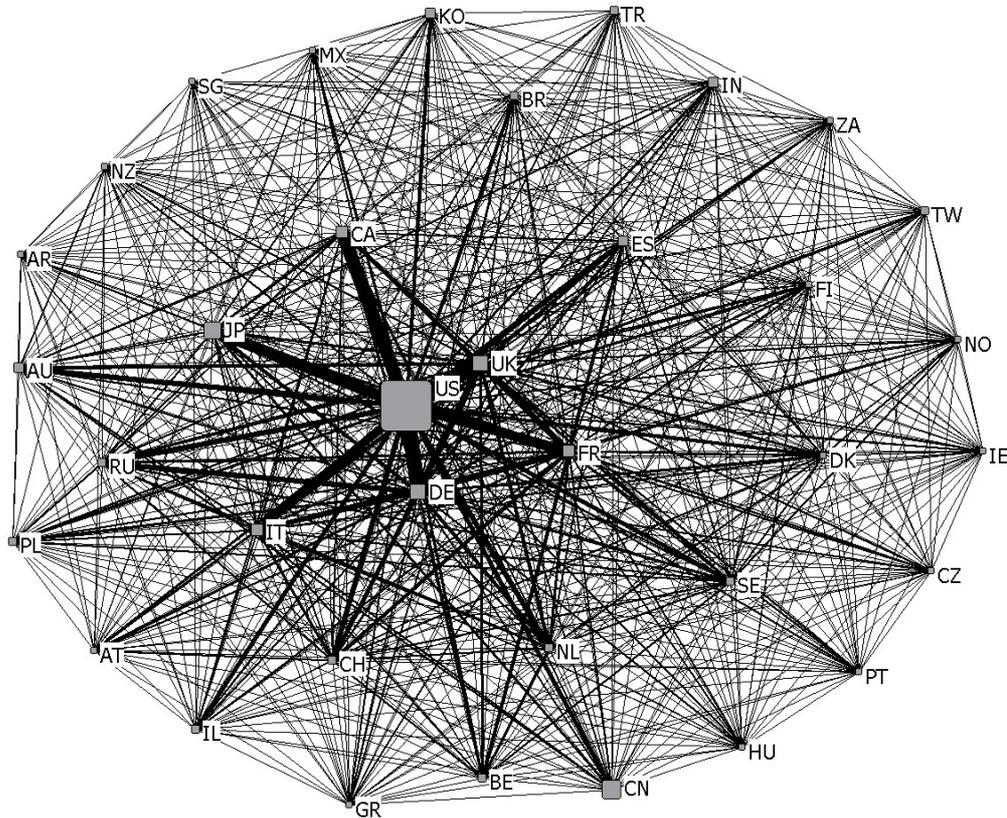
Internationale Kooperationen in Form von Ko-Autorenschaften aus verschiedenen Ländern sind ein zunehmendes Charakteristikum des Wissenschaftsbetriebes. Die Anzahl von Publikationen mit internationaler Ko-Autorenschaft ist zwischen 1998 und 2008 von 98.424 auf 180.883 gestiegen und somit wesentlich stärker gewachsen als die Zahl der Publikationen.

Das internationale Netzwerk der Wissensproduktion, empirisch operationalisiert anhand der Verknüpfung der Publikationen via Ko-Autorenschaften, ist graphisch für die zwei Zeitpunkte 1998 und 2008 in Abbildung 20 und Abbildung 21 mittels einer so genannten Netzwerkanalyse dargestellt. Dabei werden die gegenseitigen Beziehungen (Ko-Autorenschaften) zwischen den Ländern als Indikator für die Intensität (bzw. in graphisch räumlicher Interpretation die „Nähe“) von Ländern herangezogen. Das Netzwerk der Ko-Publikationen zeigt dann sowohl die absolute Position eines Landes (d.h. seine „Zentralität“ im Sinne des Ausmaßes der Verflechtung mit allen anderen Länder) als auch die relative Position (Nähe zu anderen Ländern bzw. Ländergruppen). Zu beachten bei der Interpretation ist allerdings, dass es sich dabei um die zweidimensionale Abbildung eines n-dimensionalen Raumes (mit n = Anzahl der betrachteten Länder) handelt, die zwangsläufig nur näherungsweise erfolgen kann (die „Entfernungen“ in der Abbildung sollten daher auch nicht strikt euklidisch interpretiert werden). Trotz dieser methodischen Vorbehalte hilft eine derartige Darstellung hinsichtlich des Herausarbeitens einiger zentraler Muster des komplexen Beziehungsgefüges der

wissenschaftlichen Kooperationslandschaft. Insbesondere der Vergleich zwischen zwei Zeitpunkten und die Erfassung wesentlicher Trends werden dadurch erleichtert.

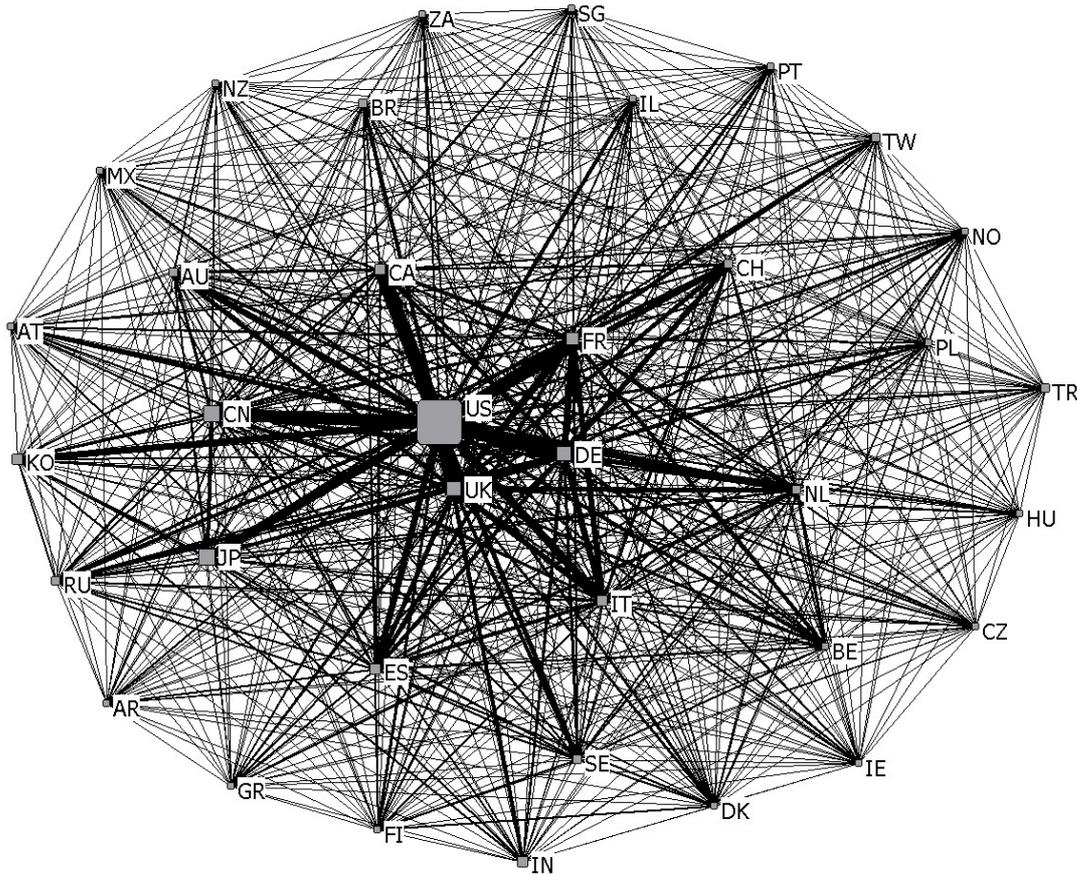
Auffälligste Entwicklung im betrachteten Zeitraum ist der eklatante Bedeutungsgewinn von China, das nicht nur seine Zahl der Publikationen stark erhöhte, sondern mittlerweile auch eine zentrale Position im Netzwerk der Ko-Publikationen einnimmt.

Abbildung 20: Netzwerk der Ko-Publikationen 1998



Quelle: Netzwerkanalyse dargestellt mit UCINET; Layout: Iterative metric MDS

Abbildung 21: Netzwerk der Ko-Publikationen 2008



Quelle: Netzwerkanalyse dargestellt mit UCINET; Layout: Iterative metric MDS

Global gesehen sind die USA somit der wichtigste Knoten in der Kooperationslandschaft: Ca. 43 % aller internationalen Ko-Publikationen weisen zumindest einen Autor (bzw. Autorin) aus den USA auf, was einmal mehr deren nach wie vor bestehende Dominanz in der globalen Wissenschaftslandschaft unterstreicht. Die jeweilige Bedeutung der USA für die Ko-Autorenschaft ist nach einzelnen Ländern zusätzlich in Tabelle 5 dargestellt. Eine extreme Orientierung auf die USA weisen dabei Taiwan, Südkorea, Israel und Kanada auf. In diesen Ländern beträgt der Anteil der Ko-Autorenschaften mit den USA über 50 %, teilweise sogar (im Fall von Taiwan und Südkorea im Jahr 1998) über 60 %.

In Österreich weisen ca. 25 % aller Publikationen mit internationaler Ko-Autorenschaft zumindest einen Autor aus den USA auf. Damit hat Österreich eine eher moderate USA-Orientierung und liegt damit am unteren Ende der hier betrachteten Länder.⁶³

Aus Sicht der USA sind Großbritannien, Deutschland und Kanada die wichtigsten Kooperationspartner (diese Länder machen zusammen ca. 39 % aller US-amerikanischen Publikationen mit internationaler Ko-Autorenschaft aus). Markant ist diesbezüglich der Bedeutungsgewinn von China innerhalb der letzten zehn Jahre. Noch im Jahr 1998 spielte China mit einem Anteil von 3,5 % eine sehr geringe Rolle. Im Jahr 2010 war dann China bereits der viertwichtigste Kooperationspartner, ca. jede zehnte US-amerikanische Publikation mit internationaler Beteiligung weist einen Ko-Autor (bzw. Ko-Autorin) aus China auf.

⁶³ Es wurden all jene Länder ausgewählt, die im Jahr 2008 zumindest einen Anteil von 1 % an den Ko-Publikationen der USA insgesamt haben.

Österreichs Anteil ist im gleichen Zeitraum – ähnlich wie jener der meisten anderen europäischen Länder – konstant geblieben (1,5 % im Jahr 1998 gegenüber 1,6 % im Jahr 2008).

Tabelle 5: Internationale Ko-Publikationen aus der USA-Perspektive

| | 1998 | | 2008 | |
|----------------------|---|---|---|---|
| | US-Anteil an den Ko-Publikationen des jeweiligen Landes | Anteil des jeweiligen Landes an den US-Ko-Publikationen | US-Anteil an den Ko-Publikationen des jeweiligen Landes | Anteil des jeweiligen Landes an den US-Ko-Publikationen |
| Welt | 43,9 | na | 43,3 | na |
| Vereingt. Königreich | 29,6 | 12,5 | 32 | 13,9 |
| Deutschland | 29,9 | 13,7 | 29,7 | 12,7 |
| Kanada | 53,2 | 11,6 | 51,2 | 12 |
| China | 35,8 | 3,5 | 42,1 | 10,4 |
| Frankreich | 24,7 | 8,7 | 26 | 8,3 |
| Japan | 45,2 | 10,4 | 38,7 | 7,9 |
| Italien | 31,8 | 7 | 32,5 | 7,1 |
| Australien | 35,1 | 4,3 | 33,6 | 5,2 |
| Südkorea | 60,6 | 2,9 | 53,5 | 5 |
| Spanien | 24,9 | 3,4 | 27,1 | 4,8 |
| Niederlande | 29,9 | 4,4 | 30,5 | 4,5 |
| Schweiz | 31,2 | 4,2 | 31,6 | 4,3 |
| Schweden | 29 | 3,6 | 29,2 | 3,2 |
| Israel | 55,1 | 3,9 | 52,3 | 2,8 |
| Brasilien | 38,1 | 2,3 | 38,5 | 2,8 |
| Russland | 24,7 | 3,9 | 27,3 | 2,7 |
| Taiwan | 63,4 | 1,7 | 53,4 | 2,5 |
| Belgien | 23,1 | 2,1 | 24,4 | 2,3 |
| Indien | 40,6 | 1,9 | 34,3 | 2,3 |
| Dänemark | 30,5 | 2,2 | 30,2 | 1,9 |
| Mexiko | 44,5 | 1,6 | 44,8 | 1,7 |
| Polen | 25 | 1,8 | 26,4 | 1,7 |
| Österreich | 25,3 | 1,5 | 24,5 | 1,6 |
| Norwegen | 29,1 | 1,2 | 29,6 | 1,4 |
| Finnland | 27,5 | 1,5 | 27,1 | 1,4 |
| Griechenland | 29,6 | 0,9 | 33,4 | 1,3 |
| Neuseeland | 34,7 | 1 | 34,9 | 1,2 |
| Türkei | 38 | 0,6 | 41,7 | 1,2 |
| Singapur | 28,7 | 0,4 | 30,3 | 1,1 |
| Argentinien | 35,1 | 0,9 | 34,9 | 1,1 |
| Südafrika | 31,1 | 0,7 | 34,8 | 1,1 |

Quelle: NSB basierend auf SCI Thomson Daten

Wie sieht nun das österreichische Ko-Autorenschaftsprofil konkret aus? Der mit großem Abstand wichtigste Kooperationspartner Österreichs bei gemeinsamen Publikationen ist Deutschland. Im Jahr 2008 weisen immerhin 37 % aller österreichischen Publikationen mit internationaler Autorenbeteiligung zumindest einen deutschen Ko-Autor auf. Die USA liegen – mit den bereits erwähnten ca. 24 % - an zweiter Stelle, gefolgt von Großbritannien, Italien, Frankreich und der Schweiz. Insgesamt ist das österreichische Kooperationsprofil somit eindeutig europazentriert und hat seinen Schwerpunkt hier wiederum auf den deutschsprachigen Raum.⁶⁴ Allein fast 50 % der Ko-

⁶⁴ Auch wenn die Publikationen von wissenschaftlichen Kooperationsprozessen letztlich in Englisch erfolgen, erleichtert eine gemeinsame Sprache natürlich die Kooperationsprozesse.

Autorenschaften entfallen auf die Nachbarländer Deutschland und Schweiz. Darin zeigt sich einmal mehr der Befund von Narin et al. (1991), dass *"... the direction of international coauthorship is heavily dependent on linguistic and historical factors."*

Die spezifischen Ko-Autorenschaftsprofile von Länderpaaren sind also u.a. auch abhängig von räumlicher Nähe, historisch-kulturellen Beziehungen und sprachlichen Gegebenheiten.⁶⁵ Damit sind sie Ausdruck eines historisch pfadabhängigen Prozesses, dessen Muster sich kurzfristig nur wenig ändern.⁶⁶ Diese zeitliche Autokorrelation (Zitt et al. (2001) nennen sie im gleichen Zusammenhang „*shadows of the past*“) zeigt sich auch für Österreich. Der Korrelationskoeffizient für die Profile der Jahre 1998 und 2008 beträgt 0,99!

Tabelle 6: Ko-Autorenschaftsprofil für Österreich (1998 und 2008)

| Österreich | 1998 | | 2008 | |
|------------------------|------|---------|-------|---------|
| | Land | absolut | in % | absolut |
| Deutschland | 911 | 35,7 | 1.915 | 37 |
| USA | 645 | 25,3 | 1.268 | 24,5 |
| Vereinigtes Königreich | 326 | 12,8 | 758 | 14,6 |
| Italien | 241 | 9,4 | 663 | 12,8 |
| Frankreich | 275 | 10,8 | 657 | 12,7 |
| Schweiz | 243 | 9,5 | 573 | 11,1 |
| Spanien | 133 | 5,2 | 405 | 7,8 |
| Niederlande | 171 | 6,7 | 386 | 7,5 |
| Schweden | 101 | 4 | 312 | 6 |
| Belgien | 79 | 3,1 | 251 | 4,8 |
| Japan | 91 | 3,6 | 250 | 4,8 |
| Kanada | 76 | 3 | 233 | 4,5 |
| Polen | 75 | 2,9 | 231 | 4,5 |
| Russland | 130 | 5,1 | 230 | 4,4 |
| Australien | 61 | 2,4 | 205 | 4 |
| Ungarn | 81 | 3,2 | 194 | 3,7 |
| China | 69 | 2,7 | 183 | 3,5 |
| Tschechische Rep | 106 | 4,2 | 182 | 3,5 |
| Dänemark | 105 | 4,1 | 154 | 3 |
| Finnland | 67 | 2,6 | 149 | 2,9 |
| Griechenland | 71 | 2,8 | 125 | 2,4 |
| Norwegen | 60 | 2,4 | 122 | 2,4 |
| Portugal | 33 | 1,3 | 108 | 2,1 |
| Indien | 11 | 0,4 | 104 | 2 |
| Südkorea | 34 | 1,3 | 91 | 1,8 |
| Israel | 31 | 1,2 | 91 | 1,8 |
| Brasilien | 38 | 1,5 | 71 | 1,4 |
| Irland | 18 | 0,7 | 67 | 1,3 |
| Taiwan | 5 | 0,2 | 67 | 1,3 |
| Türkei | 6 | 0,2 | 52 | 1 |

Anmerkung: Die Gesamtsumme der Ko-Publikationen ist kleiner als die Addition der einzelnen Werte, da es auch Ko-Publikationen mit mehr als zwei beteiligten Ländern gibt, diese für jedes Land extra gezählt werden, in die Gesamtsumme jedoch nur einmal eingehen. Aus dem gleichen Grund addieren sich die einzelnen Prozentanteile auch auf über 100 %.

Quelle: NSB basierend auf SCI Thomson Daten, eigene Berechnungen

⁶⁵ Siehe Gänzel und Schubert (2005), Schubert und Gänzel (2006)

⁶⁶ Gänzel (2001)

5.1.2 Ko-Autorenschaft-Index

Ausgehend von den Ko-Publikationen zwischen jeweiligen Länderpaaren lässt sich ein Ko-Autorenschafts-Index ermitteln, der die Intensität der Beziehungen dimensionslos (d.h. unabhängig von der absoluten Größe der betroffenen Länder) darstellt. Dieser Index wird dergestalt berechnet, dass der Anteil der Ko-Publikationen eines Landes A mit dem Land B durch den weltweiten Anteil an Ko-Publikationen des Landes B dividiert wird. Ist dieser Index 1 entspricht die Intensität der Beziehung jener unter der Annahme einer Gleichverteilung, ist dieser Wert unter 1, sind die Beziehungen entsprechend unterrepräsentiert und vice versa. Beispielsweise sind ca. 24 % der österreichischen Ko-Publikationen mit den USA. Global gesehen weisen jedoch 43 % aller Ko-Publikationen einen US-amerikanischen Autor auf, d.h. die österreichisch-amerikanischen Ko-Publikationen sind unterrepräsentiert, der Index beträgt ca. 0,56 ($=0,24/0,43$).

Die entsprechenden Werte für Österreich mit einer Reihe von ausgewählten Ländern sind in Tabelle 7, gereiht nach dem Indexwert des Jahres 2008, dargestellt. Auch hinsichtlich dieses Indikators lässt sich anschaulich die Eurozentriertheit der österreichischen Ko-Publikationsbeziehungen erkennen. Die höchsten Werte weist Österreich mit Nachbarländern auf. Werte höher als 1 finden sich überhaupt nur für europäische Länder.

Tabelle 7: Ko-Autorenschaftsindex Österreichs mit ausgewählten Ländern

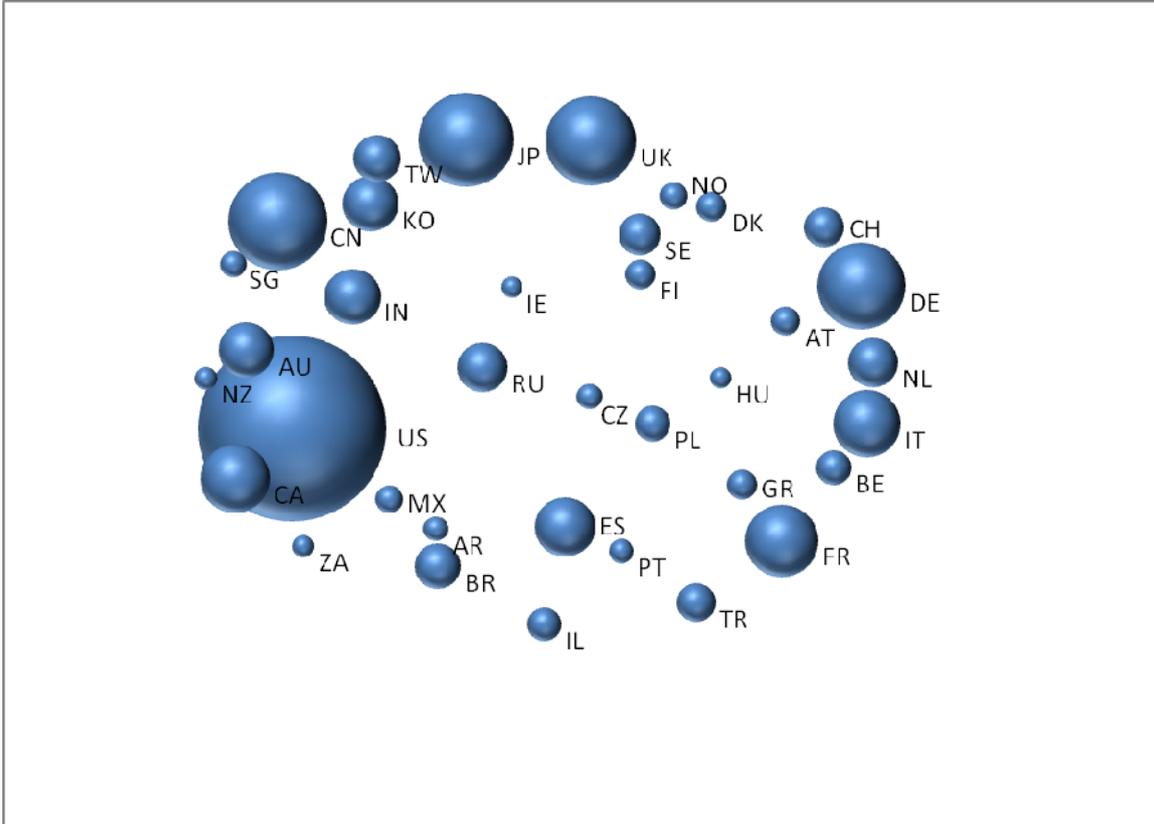
| | 1998 | 2008 |
|------------------------|------|------|
| Ungarn | 1,9 | 2,83 |
| Tschechische Republik | 2,45 | 2,07 |
| Deutschland | 1,77 | 1,99 |
| Schweiz | 1,6 | 1,86 |
| Polen | 0,93 | 1,62 |
| Griechenland | 2,03 | 1,46 |
| Italien | 0,98 | 1,35 |
| Finnland | 1,1 | 1,32 |
| Schweden | 0,72 | 1,27 |
| Belgien | 0,76 | 1,18 |
| Portugal | 1,26 | 1,17 |
| Niederlande | 1,03 | 1,16 |
| Norwegen | 1,28 | 1,15 |
| Dänemark | 1,28 | 1,07 |
| Spanien | 0,88 | 1,03 |
| Russland | 0,73 | 1,03 |
| Irland | 0,81 | 0,97 |
| Frankreich | 0,69 | 0,91 |
| Türkei | 0,36 | 0,83 |
| Vereinigtes Königreich | 0,69 | 0,78 |
| Israel | 0,4 | 0,74 |
| Indien | 0,21 | 0,7 |
| Neuseeland | 0,61 | 0,64 |
| Taiwan | 0,16 | 0,63 |
| Australien | 0,44 | 0,59 |
| USA | 0,58 | 0,56 |
| Japan | 0,35 | 0,54 |
| Argentinien | 0,4 | 0,47 |
| Brasilien | 0,56 | 0,44 |
| Kanada | 0,31 | 0,44 |
| Südkorea | 0,64 | 0,43 |
| Südafrika | 0,89 | 0,35 |
| China | 0,63 | 0,33 |
| Mexiko | 0,3 | 0,31 |
| Singapur | 0,07 | 0,29 |

Quelle: NSB basierend auf SCI Thomson Daten, eigene Berechnungen

In Abbildung 22 wird das weltweite Ko-Publikationsnetzwerk anhand dieses Ko-Autorenschaftsindex graphisch dargestellt. Dank der Verwendung des Index wird unabhängig von der Größe eines Landes die Intensität der Beziehungen dargestellt. Um das Gewicht eines Landes im globalen Publikationsgeschehen dennoch zu berücksichtigen wurde die Kreisgröße in Abhängigkeit von der Anzahl der Publikationen des jeweiligen Landes dargestellt. Die Ergebnisse zeigen deutlich einen amerikanischen Cluster um den sich neben den USA auch Kanada, Neuseeland und Australien positionieren. Auch Indien und China (sowie mit Abstrichen Korea und Taiwan) sind nahe diesem amerikanischen Zentrum positioniert. Einige lateinamerikanische Länder (Mexiko, Argentinien, Brasilien) weisen ebenfalls eine engere Anbindung an diesen Cluster auf. Auf der anderen Seite des Netzwerks findet sich ein – loserer – Euro-Cluster mit Zentrum Deutschland, um den sich die Schweiz, Österreich, die Niederlande sowie Italien gruppieren. Frankreich bildet innerhalb der Europähälfte des Netzwerks einen eigenen, relativ unabhängigen Cluster. Ähnliches gilt für die Länder der iberischen

Halbinsel (Spanien, Portugal), die tendenziell näher zu den lateinamerikanischen Ländern positioniert sind als zum europäischen Zentrum. Interessant ist auch der nordische Cluster, bestehend aus Norwegen, Dänemark, Schweden und Finnland, der sich mit großer Nähe zum Vereinigten Königreich beinahe in der Mitte zwischen dem amerikanischen und dem europäischen Cluster findet.

Abbildung 22: Netzwerkdarstellung der Ko-Publikationen auf Basis des Ko-Autorenschaftsindex



Ann.: Die Größe der Kreise entspricht der absoluten Anzahl der Publikationen eines Landes im Jahr 2007

Quelle: NSB basierend auf SCI Thomson Daten, eigene Berechnungen

Die Zahl internationaler Ko-Publikationen ist in den vergangenen Jahren stärker gewachsen als die Zahl der Publikationen insgesamt, ein deutliches Zeichen der zunehmenden Integration der globalen Wissenschaftslandschaft. Die USA stellen dabei den dominierenden Partner bei Ko-Publikationen; mehr als 40 % aller unter Beteiligung von Autoren aus unterschiedlichen Ländern verfassten Publikationen haben (mindestens) einen US-amerikanischen Ko-Autor.

Die Zahl der österreichischen Ko-Publikationen hat sich in den vergangenen zehn Jahren in etwa verdoppelt. Österreich weist dabei ein ausgesprochen eurozentriertes Ko-Autorenschaftsprofil auf, wobei insbesondere Deutschland als Partnerland hervorsteht. Relativ gesehen (kontrolliert für die Größe) hat Österreich auch sehr enge Ko-Autorenschaftsverknüpfungen mit zentraleuropäischen Nachbarländern wie Ungarn und Tschechien. Auch die Schweiz ist ein hervorstechender Partner für Ko-Autorenschaften österreichischer Wissenschaftler. Zwar sind ca. ein Viertel der österreichischen Ko-Publikationen mit den USA, angesichts der globalen Dominanz sind die USA im Ko-Autorenschaftsprofil Österreich aber deutlich unterrepräsentiert.

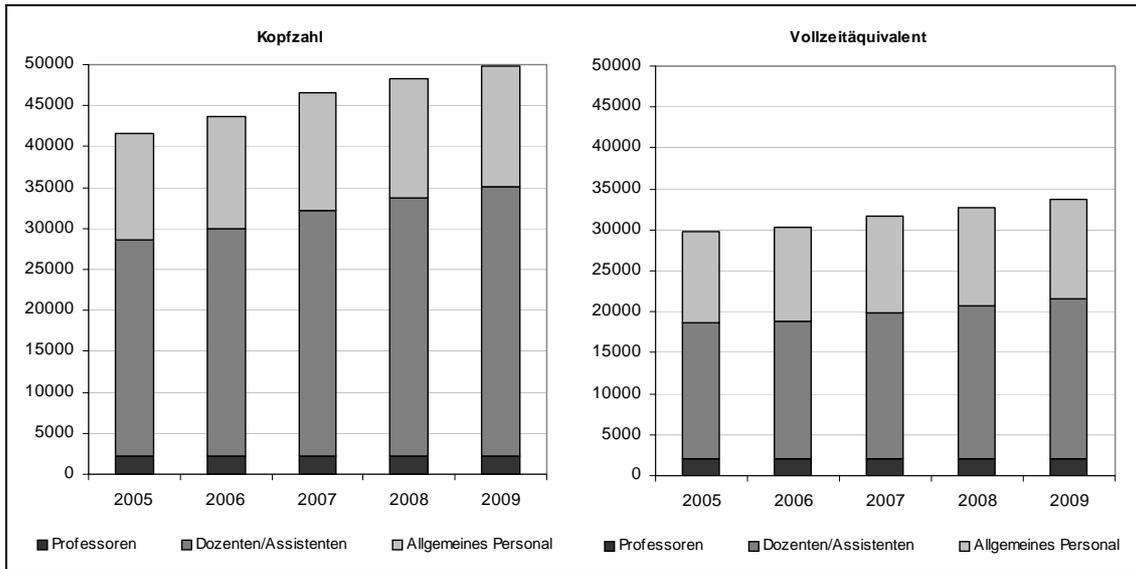
5.2 HUMANKAPITAL (FORSCHUNGSPERSONAL UND ABSOLVENTEN)

Dem Faktor Humankapital kommt im Wissenschaftssektor eine mehrfache Bedeutung zu:

- Zum einen produziert das wissenschaftliche Personal laufend neues Wissen, das in Form von wissenschaftlichen Publikationen kodifiziert und damit öffentlich zugänglich gemacht wird. Gerade durch diese Kodifizierung (die zudem nach wissenschaftsintern definierten Regeln erfolgt) und durch die Veröffentlichung dieses neuen Wissens stellen die Ergebnisse der akademischen (Grundlagen-)Forschung einen „frei“ verfügbaren Pool an Wissensbeständen dar, der für potentielle Nutzer aus den verschiedensten Bereichen (Wirtschaft, Verwaltung, Gesellschaft) als Input dienen kann. Dadurch werden externe Effekte induziert, die dazu führen, dass die sozialen Erträge der akademischen (Grundlagen-)Forschung mittel- und langfristig gesehen besonders hoch sind.
- Zum anderen kooperiert der akademische Wissenschaftssektor auch direkt mit dem Wirtschaftssektor auf vielfältige Weise, wodurch ein laufender Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft garantiert ist. Gerade die Ankurbelung dieses Wissenstransfers war und ist ein erklärtes Ziel der Forschungs- und Technologiepolitik und wurde speziell ab den 1990er Jahren mit einschlägigen Programmen und Instrumenten adressiert.
- Und nicht zuletzt wird durch die akademische Lehre kontinuierlich hochqualifiziertes Humankapital produziert. Durch die Verknüpfung von Forschung und Lehre im Zuge der wissenschaftlichen Berufsausbildung tragen die Absolventen aus dem akademischen Sektor dann auch direkt zum Wissenstransfer in die Wirtschaft bei, indem sie kontinuierlich neues, auf akademischer Ebene generiertes Wissen in den Wirtschaftssektor tragen und gegebenenfalls mit dem dort vorhandenen tradierten Wissenspool kombinieren.

Die jüngste Entwicklung des Personals an den österreichischen Universitäten ist in Abbildung 23 differenziert nach Kopfzahl und Vollzeitäquivalent dargestellt. Beide Werte stiegen in den vergangenen fünf Jahren (leicht) an, wobei die Kopfzahlen (+ 22,8 %) etwas stärker angewachsen sind als die Vollzeitäquivalente (+ 16,7 %). Die knapp 50.000 im Jahr 2009 an den Universitäten beschäftigten Personen entsprechen etwas unter 34.000 Vollzeitäquivalenten (VZÄ). In den letzten Jahren ist dieses Verhältnis von Kopfzahl zu Vollzeitäquivalent leicht angestiegen, und zwar insgesamt von ca. 1,4 auf 1,5. Die großen Unterschiede zeigen sich jedoch in den Unterkategorien: Weisen etwa die Professoren ein Verhältnis von Kopfzahl zu Vollzeitäquivalent von nahezu 1 auf, beträgt das Verhältnis beim wissenschaftlichen Personal (Dozenten, Assistenten, Drittmittelbeschäftigte etc.) 1,7. D.h. auf jeweils eine Vollzeitstelle kommen beinahe zwei Köpfe (beim allgemeinen Personal ist das Verhältnis 1,2). Formal wird somit die wissenschaftliche Tätigkeit an den Universitäten als „Halbtagsjob“ definiert! Die unterschiedlich hohen Wachstumsraten (die Kopfzahl wächst stärker als die VZÄ) weisen darauf hin, dass sich diese Strukturen in den vergangenen Jahren kontinuierlich in Richtung „Teilzeitarbeit“ verschoben haben. Am deutlichsten wird dieses Muster, wenn man nur den nicht-habilitierten Teil des Mittelbaus („AssistentInnen“) heranzieht und gleichzeitig die projektfinanzierten Mitarbeiter herausrechnet. Dann findet sich im Jahr 2009 ein Verhältnis von 2,2 (!) von Kopfzahl zu VZÄ (im Jahr 2005 betrug der Wert 2,0).

Abbildung 23: Entwicklung der Beschäftigung an österreichischen Universitäten



Quelle: BMWF

Auffällig ist weiters, dass die Zahl der Professoren beinahe konstant ist (+ 0,18 % Kopfzahl bzw. + 2,5 % VZÄ). Letztlich impliziert das, dass in den vergangenen Jahren keine echte quantitative Ausweitung des universitären Wissenschaftssystems in der „Breite“ erfolgt ist.

Ein weiteres Merkmal der Beschäftigungsentwicklung an den österreichischen Universitäten der vergangenen Jahre ist der überdurchschnittliche Anstieg von über Projektmitteln drittfinanzierten Mitarbeitern. Deren Zahl betrug noch im Jahr 2005 knapp 5.800 Personen bzw. ca. 4.800 VZÄ und stieg seither auf knapp 9.300 Personen bzw. ca. 6.900 VZÄ an (in Prozent: plus 61 % in Kopfzahl bzw. plus 44 % in VZÄ). Bei diesen Projektmitteln handelt es sich überwiegend um Forschungsförderungsmittel des FWF, aber auch um Drittmittel aus dem privaten Unternehmenssektor im Rahmen von Wissenschafts-Wirtschafts-Kooperationen, Mitteln aus den EU-Rahmenprogrammen etc. In den vergangenen Jahren haben diese Mittel einen zunehmenden Anteil für die Finanzierung der Universitäten enthalten. Anhand der hier vorliegenden Daten lässt sich nunmehr zeigen, dass diese Mittel offensichtlich auch einen beträchtlichen Beschäftigungseffekt aufweisen. Immerhin hat sich die Zahl der drittmittelfinanzierten Beschäftigten an den österreichischen Universitäten allein in den vergangenen fünf Jahren um ca. 3.500 Köpfe bzw. 2.100 VZÄ erhöht.

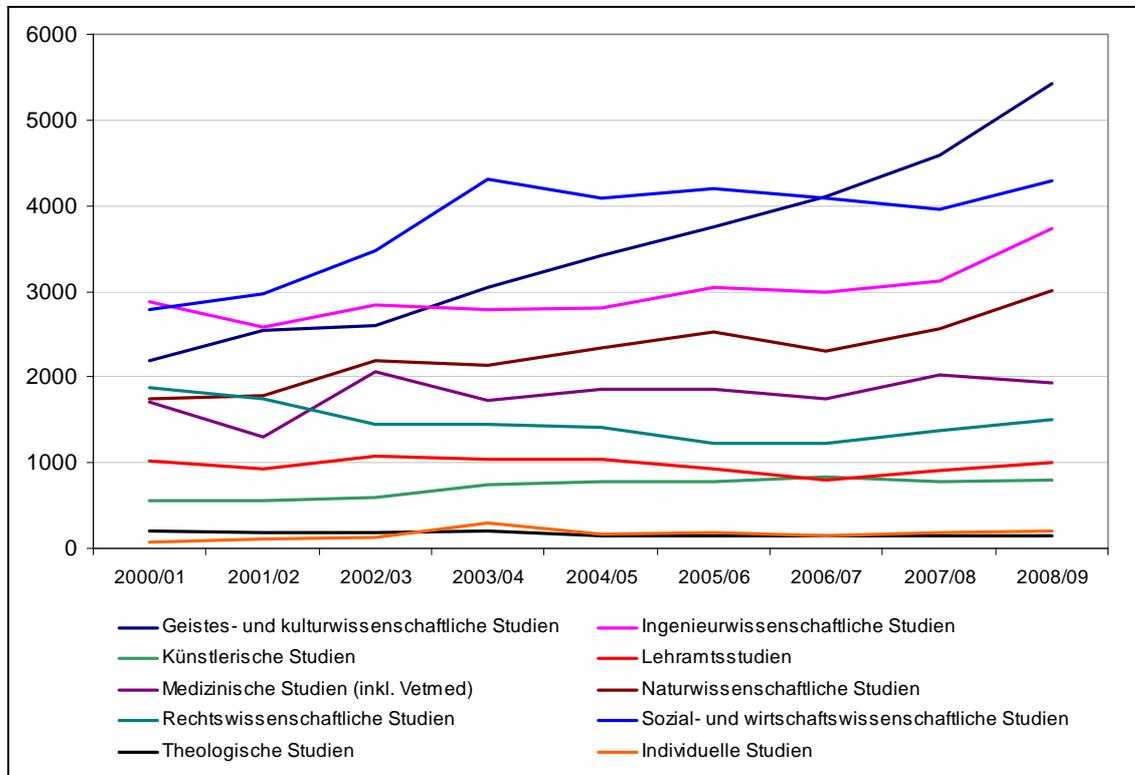
Etwas vereinfacht formuliert bedeutet das, dass die Lehre zunehmend an (formal) „Halbtagsbeschäftigte“ delegiert wird, während die wissenschaftliche (Projekt-)Forschung durch eine stark wachsende Zahl an vollzeitbeschäftigten, aber zeitlich befristet rekrutierten „Drittmittelbeschäftigten“ erfolgt.

Insgesamt ist das Personal an österreichischen Universitäten in den vergangenen fünf Jahren um immerhin ca. 17 % (VZÄ) bzw. knapp 23 % (Kopfzahl) gewachsen. Die Zahl der Professoren ist dabei allerdings annähernd konstant. Ein Gutteil der Beschäftigungszunahme ist der Ausweitung der Zahl der ‚Drittmittelbeschäftigten‘ (d.h. der über F&E-Projekte drittfinanzierten Mitarbeiter) geschuldet, deren Wachstum bei 44 % (VZÄ) bzw. 61 % (Kopfzahl) lag. Gleichzeitig zeigt sich ein ausgesprochener Trend zur universitären ‚Halbtagsbeschäftigung‘ im nicht-habilitierten Mittelbau, der wiederum einen wichtigen Pfeiler der universitären Lehre darstellt.

In der forschungs- und wissenschaftspolitischen Diskussion der vergangenen Jahre hat die Frage nach einer eventuell drohenden Knappheit an ausreichend qualifizierten Arbeitskräften (insbesondere im Bereich bestimmter Naturwissenschaften und dem gesamten ingenieurwissenschaftlichen Spektrum) große Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Als wichtigste Ausbildungsstätten des tertiären Bildungssektors spielen die Universitäten in diesem Zusammenhang eine große Rolle. Im Folgenden soll daher ein knapper, deskriptiver Überblick über die Entwicklung der Absolventenzahl an österreichischen Universitäten gegeben werden.

Die Gesamtzahl der Absolventen (gemessen als Erstabschlüsse an Universitäten) ist in den vergangenen Jahren annähernd kontinuierlich gestiegen. Betrug die Zahl der Erstabschlüsse im Studienjahr 2000/01 ca. 15.000, so stieg sie bis zum Jahr 2008/09 (vorläufiges Ergebnis) auf ca. 22.000 an, was eine Zunahme um etwa 46 % entspricht. Hinter diesem aggregierten Wert verbergen sich jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Studien bzw. zusammengefassten Studiengruppen (vgl. Abbildung 24).

Abbildung 24: Erstabschlüsse an österreichischen Universitäten nach Studiengruppen



Quelle: BMWF

Das stärkste Wachstum der Absolventenzahl gab es in den geistes- und kulturwissenschaftlichen Studien, wo sich die Absolventenzahl seit 2000/01 in etwa verzweieinhalbfache (von 2.200 auf etwa 5.400 Erstabschlüsse). Mittlerweile ist diese Studiengruppe jene mit der mit Abstand höchsten Zahl an jährlichen Erstabschlüssen. Das Wachstum der anderen quantitativ bedeutsamen Studiengruppen⁶⁷ war dagegen deutlich moderater. Die Erstabschlüsse naturwissenschaftlicher Studien wuchsen um 73 %, die wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Studien um 54 % und die ingenieurwissenschaftlichen Studienabschlüsse um knapp 30 %.

⁶⁷ Auf Sonderformen wie z.B. die „Individuellen Studien“, die ebenfalls ein sehr hohes prozentuelles Wachstum aufwiesen, wird hier nicht näher eingegangen, da ihr absolutes Gewicht unbedeutend ist.

Ein wichtiger Indikator für das Humanpotential für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten ist der Anteil der abgeschlossenen Doktoratsstudien. Darin schneidet Österreich im internationalen Vergleich relativ zur insgesamt niedrigen tertiären Abschlussrate gut ab. Allerdings wird durch die Besonderheiten des österreichischen Dissertationsstudiums die Interpretation dieses Indikators (insbesondere was die internationale Vergleichbarkeit v.a. zur englischsprachigen Welt betrifft) erschwert. Das traditionelle österreichische Doktoratsstudium kann nicht dem forschungsorientierten PhD-Studium gleichgesetzt werden (Janger und Pechar 2008). Doktoratsstudien werden in Österreich vielfach nicht als Einstieg für eine Karriere in der Wissenschaft gewählt. Gemäß einer Umfrage unter Doktoratsstudierenden gibt nur ein Drittel aller Doktoratsstudierenden eine wissenschaftliche Karriereabsicht als Motivation für ein Doktoratsstudium an (Pechar et al., 2008). Aus diesen Gründen wird im Rahmen dieser Studie auf eine Analyse der Dissertanzahlen verzichtet.

Die Zahl der Absolventen österreichischer Universitäten ist in den vergangenen Jahren deutlich angestiegen, wobei die Wachstumsraten zwischen den einzelnen Studiengruppen stark variieren. Besonders hervorstechend ist die enorme Zunahme (mehr als Verdoppelung) der Absolventen von geistes- und kulturwissenschaftlichen Studien, die von keiner anderen Studiengruppe auch nur annähernd erreicht wird. Das für die Forschung entscheidende Potential der Doktoranden wird nur beschränkt genutzt: nur ca. ein Drittel strebt eine wissenschaftliche Karriere an.

5.3 AKADEMISCHE SPINOFF-GRÜNDUNGEN

Seit den 1990er Jahren wurden von der Gründungsforschung zunehmend technologie- und wissensintensive Gründungen beachtet.⁶⁸ Hintergrund ist, dass gerade von diesem Gründungstyp entsprechend positive Wachstumseffekte erwartet werden und diesen Gründungen gerade in wissensintensiven Hochlohnländern eine besondere Bedeutung zukommt. Neben innovativen Unternehmen sind dabei Universitäten und Forschungseinrichtungen wichtige ‚Inkubatoren‘ von technologieorientierten Gründungen.⁶⁹

Akademische Ausgründungen sind ein wichtiger Kanal des Technologietransfers aus Universitäten und Forschungseinrichtungen.⁷⁰ Während lange Zeit die Lizenzierung Hauptform der Kommerzialisierungsstrategie von Universitäten war, gewinnen die Spinoffs zunehmend an Bedeutung.⁷¹ Empirische Arbeiten untersuchen dabei u. a. welche universitären Faktoren den Unterschied in den Gründungsraten erklären⁷² und inwieweit sich universitäre Ausgründungen von nicht-akademischen Ausgründungen bzw. untereinander unterscheiden.⁷³

5.3.1 Definition und Messproblematik

Zur Identifikation von akademischen Ausgründungen nutzen viele empirische Arbeiten einen institutionsspezifischen Zugang, der für bestimmte Inkubatoren (z. B. Universitäten) die Anzahl der Ausgründungen erhebt.⁷⁴ Üblicherweise werden dabei die Inkubatoren selbst oder intermediäre Institutionen (z. B. Technologietransferstellen) befragt. Der Nachteil dieser Erhebungsmethodik liegt

⁶⁸ Feldman (2001), Gassler (1998), Nerlinger (1998)

⁶⁹ Sternberg (2006)

⁷⁰ Bozeman (2000)

⁷¹ Wright et al. (2004)

⁷² Vgl. Di Gregorio und Shane (2003), O’Shea et al. (2005), Lockett und Wright (2005)

⁷³ Ensley und Hmieleski (2005), Druilhe und Gamsey (2004), Mustar et al. (2006)

⁷⁴ Egelin et al. (2002)

darin, dass Inkubatoren in der Regel nur eingeschränkte Informationen über die erfolgten Ausgründungen besitzen (z. B. wissen Institutsleiter eher von Ausgründungen ehemaliger Mitarbeiter als von Absolventen).

Für die Analyse akademischer Ausgründungen in Österreich wurde daher ein anderer Weg gewählt. Analog zu einer empirischen Untersuchung in Deutschland⁷⁵ wurde eine repräsentative Stichprobe von Unternehmensgründungen in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen⁷⁶ mittels standardisierter Telefoninterviews befragt. Die Fragen bezogen sich dabei auf den Gründungskontext, den akademischen Hintergrund der Gründungspersonen, die Rolle von Forschungsergebnissen und wissenschaftlicher Kompetenz für den Gründungsprozess sowie die Unternehmensstruktur und -performanz.

Die Befragung erfolgte in zwei Wellen 2003 und 2006. Die erste Welle erfasste Gründungen der Jahre 1995 bis 2002. Die zweite Welle replizierte die erste Befragung für Gründungen der Jahre 2003 und 2004. Zudem wurden in einer Folgerhebung akademische Ausgründungen der ersten Welle erneut und zusätzlich eine Kontrollgruppe von Gründungen mit ähnlichen Strukturmerkmalen befragt.

Die Grundgesamtheit der Untersuchung sind alle Unternehmensgründungen in Österreich in forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen⁷⁷ im Zeitraum 1995 bis 2004. Grundlage zur Bestimmung der Grundgesamtheit ist das ZEW-Gründungspanel für Österreich.⁷⁸ Daraus wurde für die erste Welle eine nach Gründungsjahr und Branchengruppe (Spitzen- und Hochtechnologie, technologieorientierte, wissensintensive Dienstleistungen) geschichtete Nettostichprobe von 4.000 Unternehmen (realisierte Befragungen) gezogen. Darunter waren 1.030 akademische Startups und 416 Spinoffs (zur Definition siehe unten). Für die zweite Welle betrug die Nettostichprobe 900 Unternehmen (realisierte Befragungen) mit 260 Startups und 130 Spinoffs. Zusätzlich fand eine Folgerhebung der Spinoff-Gründungen statt, die in der ersten Welle identifiziert wurden. Ziel dieser Folgerhebung war eine Längsschnittanalyse der Unternehmensdynamik. Diese Nettostichprobe umfasste 232 Spinoffs und 692 Unternehmen mit ähnlichen Unternehmenscharakteristika als Kontrollgruppe.

Um ein repräsentatives Bild des Gründungsgeschehens in den forschungs- und wissensintensiven Wirtschaftszweigen Österreichs im Zeitraum 1995 bis 2004 zu erhalten, wurden differenziert nach Gründungsjahr und Branchengruppe Hochrechnungsfaktoren berechnet.⁷⁹

Die Identifizierung einer akademischen Ausgründung erfolgt aufgrund von drei Fragengruppen:

- Fragen zum akademischen Hintergrund der Gründerpersonen (Studium bzw. allenfalls wissenschaftliche Tätigkeit);
- Fragen zur Rolle, die allenfalls vorhandene wissenschaftlichen Forschungsergebnisse oder spezielle in der Wissenschaft erworbene Kompetenzen für die Unternehmensgründung gespielt haben;
- Frage nach konkreter (namentlicher) Benennung der relevanten Hochschule, Bildungseinrichtung oder Forschungseinrichtung, die als „Wissensbasis“ bei der Unternehmensgründung eine Rolle gespielt hat.

Auf Basis dieser Fragen werden die Unternehmen einem der folgenden Gründungstypen zugeordnet:

⁷⁵ Egelin et al. (2002)

⁷⁶ Die Annahme ist, dass der Großteil der akademischen Ausgründungen in diesen Branchen erfolgt.

⁷⁷ Grupp et al. (2000)

⁷⁸ Almus et al. (2000)

⁷⁹ Zu Erhebungsdesign, -ablauf und Hochrechnung vgl. Egelin et al. (2003) und Egelin et al. (2006).

- **Verwertungs-Spinoffs:** Darunter werden jene Spinoffs verstanden, für die die Nutzung neuer Forschungsergebnisse im Gründungsprozess nach subjektiver Einschätzung des Befragten ‚unverzichtbar‘ war. Die Gründung wäre also ohne Nutzung der Forschungsergebnisse nicht erfolgt. An der Erarbeitung dieser für den Gründungsprozess ‚unverzichtbaren‘ Forschungsergebnisse muss mindestens eine Gründungsperson beteiligt gewesen sein.
- **Kompetenz-Spinoffs:** Darunter werden jene Spinoffs verstanden, für die die Nutzung von besonderen (über ein Standardwissen hinausgehenden) Fähigkeiten, die sich die Gründerperson im Rahmen ihrer Tätigkeit in der Wissenschaft oder ihres Studiums angeeignet hat, nach subjektiver Einschätzung des Befragten ‚unverzichtbar‘ war. Bei diesen Spinoffs steht also nicht der Transfer von Forschungsergebnissen in die kommerzielle Anwendung im Mittelpunkt, sondern die Nutzung von spezifischen personengebundenen Fertigkeiten und Kenntnissen (tacit knowledge).
- **Akademische Startups:** Gründungen durch Personen, von denen wenigstens eine in der Wissenschaft tätig ist (bzw. war) oder an einer Hochschule studiert hat (unabhängig vom erfolgreichen Abschluss eines Studiums). Für die Gründung hatte die Nutzung neuer Forschungsergebnisse oder spezifischer, individueller Fähigkeiten keine Bedeutung. Dabei wird zwischen Startups mit und ohne Transferwirkung unterschieden. Eine Transferwirkung liegt vor, wenn für die Unternehmensgründung neues Wissen aus der akademischen Forschung nach eigener Einschätzung des Befragten eine ‚größere Bedeutung‘ gespielt hat.
- **Nicht-akademische Gründungen:** Gründungen durch Personen, die weder in der Wissenschaft gearbeitet haben noch jemals ein Hochschulstudium begonnen haben. Diese Gründungen werden einerseits in Unternehmen mit F&E-Aktivitäten und andererseits in Unternehmen ohne F&E-Aktivitäten unterschieden. Diese Unterscheidung erfolgt aufgrund der Annahme, dass nicht-akademische Gründungen mit F&E hinsichtlich der Wissensintensität akademischen Gründungen ähnlicher sein sollten als solche, die keinerlei F&E-Aktivitäten aufweisen.

Zu beachten ist, dass hier unter akademischen Ausgründungen auch solche Gründungen verstanden werden, wo die Gründer zwar vor dem Gründungsprozess in einem Unternehmen gearbeitet haben, jedoch bei der Befragung entsprechend angaben, dass das im akademischen Sektor erworbene Wissen einen unverzichtbaren Einfluss für die Gründung gespielt hat. Tatsächlich sind die ‚direkt‘ von einer universitären Arbeitsstelle erfolgten Ausgründungen wesentlich seltener als die hier umfassender verstandenen akademischen Spinoff Gründungen.

5.3.2 Deskriptive Ergebnisse

Empirische Daten zum Gründungsgeschehen in Österreich liegen für 1995-2002 und 2003-2004 vor. Dabei lässt sich eine Zunahme der Zahl von Gründungen in forschungs- und technologieintensiven Branchen insgesamt sowie der Spinoff-Gründungen im Speziellen beobachten (vgl. Abbildung 25). Rund ein Viertel (4.730) der knapp 20.000 Gründungen pro Jahr sind Unternehmen der forschungs- und wissensintensiven Branchen. Etwa 40 % (1.990) dieser Unternehmen wurden von AkademikerInnen gegründet. Knapp 30 % (560) hiervon sind nach der oben genannten Definition Spinoffs, die übrigen 70 % (1.430) Startups. Bei den Spinoffs verteilen sich die Gründungen etwa gleichmäßig auf Verwertungs- (45 %, 250) und Kompetenz-Spinoffs (55 %, 310), während bei den Startups die Gründungen mit Transferwirkung deutlich in der Minderheit sind (27 %, 390).

Abbildung 25: Ausmaß des akademischen Gründungsgeschehens in Österreich 2003/2004: Durchschnittliche jährliche Gründungszahlen (Vergleichswerte für 1995-2002 in Klammern)

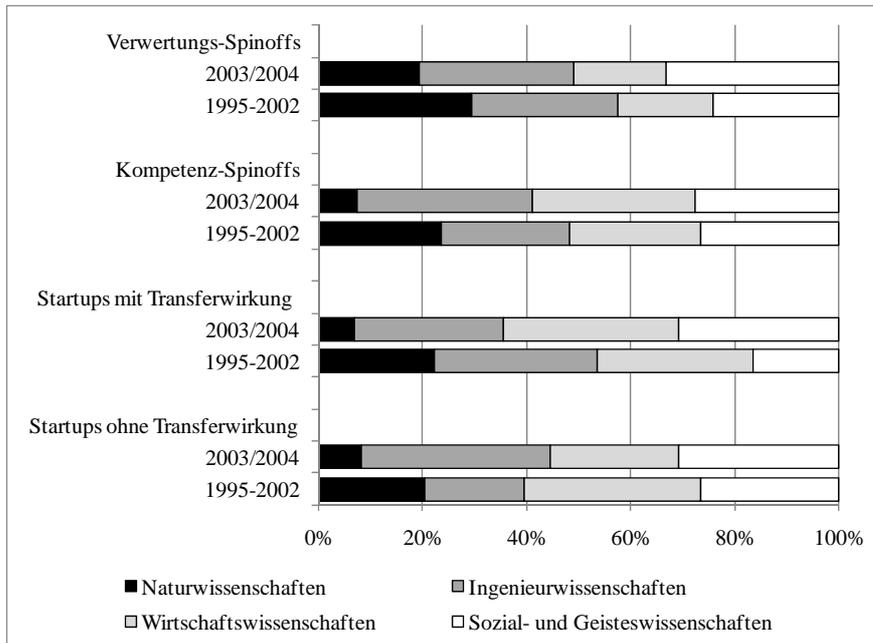
| | | | | | | |
|--|--------------------|---------------------|----------------------|------------------------------|---------------------|----------|
| Gründungen in allen Branchen | | | | | | |
| 19.380 (18.500) | | | | | | |
| Gründungen in forschungs- und wissensintensiven Branchen | | | | | sonstige Gründungen | |
| 4.730 (4.040) | | | | | 14.650 | |
| Gründungen durch Akademiker | | | | nicht-akademische Gründungen | | (14.460) |
| 1.990 (1.600) | | | | 2.730 (2.440) | | |
| Spinoffs | | Startups | | | | |
| 560 (440) | | 1.430 (1.160) | | | | |
| Verwertungs-Spinoffs | Kompetenz-Spinoffs | mit Transferwirkung | ohne Transferwirkung | mit F&E | ohne F&E | |
| 250 (200) | 310 (240) | 390 (310) | 1.040 (850) | 710 (700) | 2.020 (1.740) | |

Quelle: ZEW/Joanneum Research

Alle Werte für den Zeitraum 2003/2004 liegen über den Durchschnittswerten der Jahre 1995-2002, was die Dynamik des Gründungsgeschehens unterstreicht. Die Steigerung in forschungs- und wissensintensiven Branchen (17 %) ist dabei deutlich höher als in den übrigen Branchen (1 %). Die Zahl der akademischen Gründungen (24 %) stieg schneller als der nicht-akademischen (12 %), wobei die Entwicklung der Spinoffs (Kompetenz: 29 %; Verwertungs: 25 %) noch dynamischer war.

Hinsichtlich der fachlichen Ausbildung akademischer GründerInnen ist festzuhalten, dass alle wissenschaftlichen Fachgruppen zum Gründungsgeschehen beitragen. Immerhin zwischen etwa 25 und 30 % der Ausgründungen haben einen sozial- und geisteswissenschaftlichen Hintergrund. Das vielfach in den Medien kolportierte Bild der technisch-naturwissenschaftlichen Spinoff-Gründung als ‚role model‘ des akademischen Gründungsgeschehens ist somit zu eingeschränkt und bezieht sich lediglich auf eine (wenn auch bedeutende) Untergruppe des gesamten akademischen Gründungsgeschehens. Gerade für den an Bedeutung gewinnenden Bereich der *creative industries* spielen offensichtlich auch die sozial- und geisteswissenschaftlichen Disziplinen eine tragende Rolle als Inkubatoren von einschlägigen Gründungen.

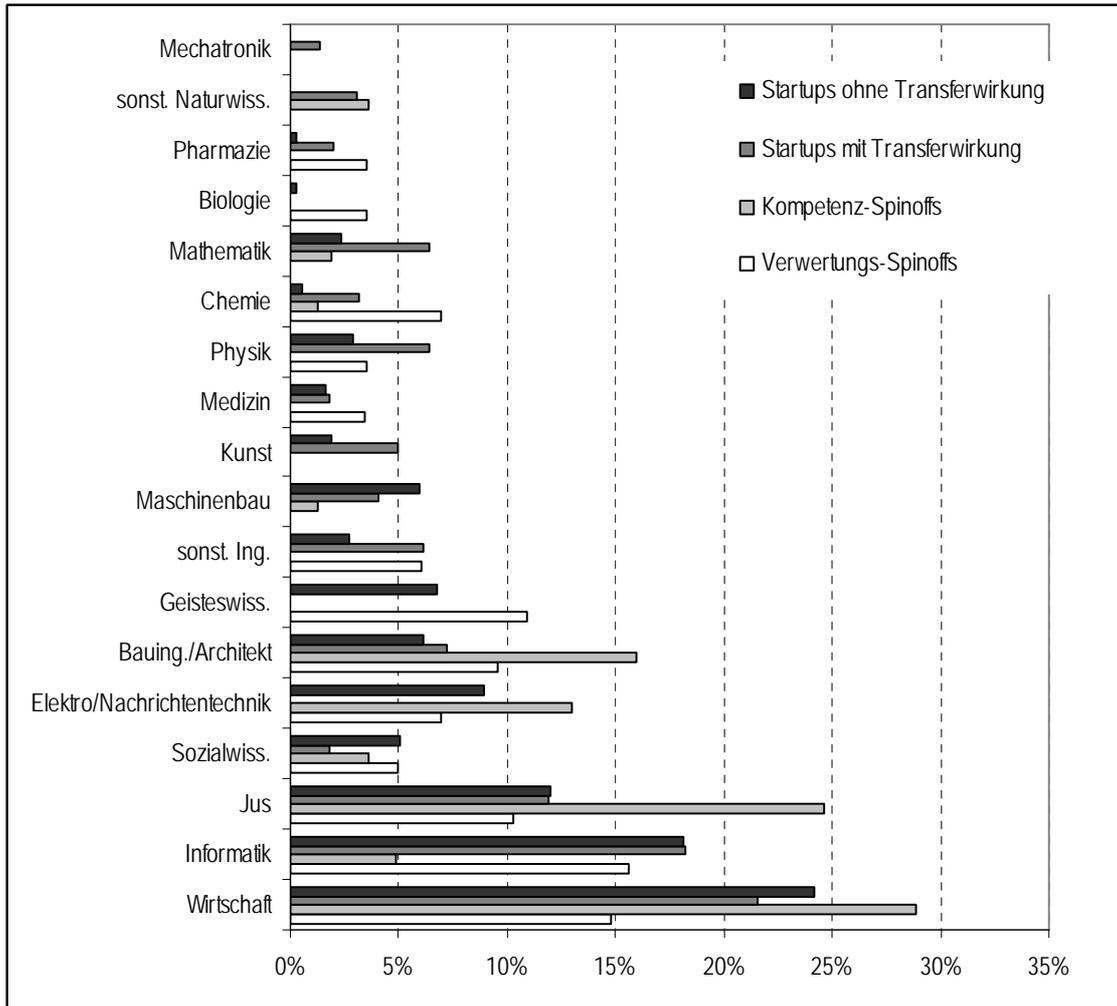
Abbildung 26: Disziplinäre Herkunft (Fachgruppen) der GründerInnen nach Gründungstyp



Quelle: ZEW Mannheim/Joanneum Research

Betrachtet man einzelne Disziplinen, lässt sich dann ein eindeutiger Schwerpunkt im Bereich Wirtschaftswissenschaften und Informatik/EDV feststellen (Abbildung 27). Als Inkubatoren fungieren hauptsächlich Universitäten sowie technische Universitäten, wobei es aber im Zeitablauf zu einem Bedeutungsgewinn ausländischer Institutionen, von Fachhochschulen und auch von außeruniversitären Institutionen kommt. Bemerkenswert ist, dass in allen vier Gründungstypen der Anteil der GründerInnen mit naturwissenschaftlichem Hintergrund gegenüber den Referenzzeitraum deutlich abgenommen hat.

Abbildung 27: Disziplinärer Hintergrund (Einzeldisziplinen) der GründerInnen

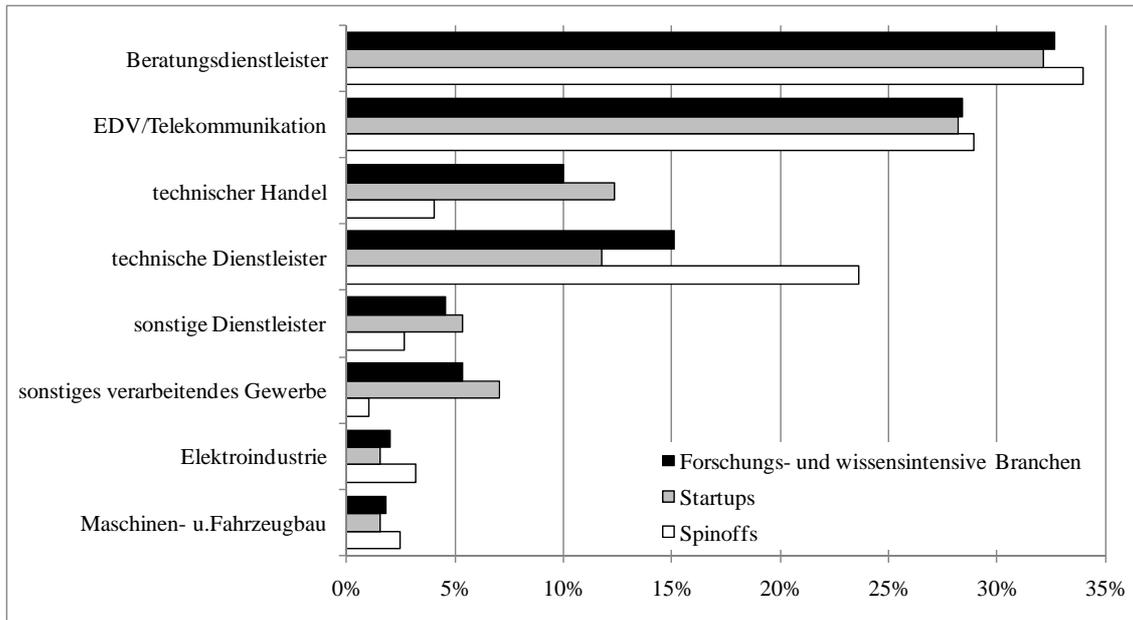


Quelle: ZEW Mannheim/Joanneum Research

Die Branchenverteilung belegt, dass – wie im Gründungsgeschehen allgemein - auch akademische Gründungen vor allem im Dienstleistungssektor getätigt werden (Abbildung 28). Nur rund sieben Prozent aller Spinoffs und zehn Prozent der Startups sind im verarbeitenden Gewerbe zu finden. Hingegen gründet ein Großteil der AkademikerInnen im Bereich der Beratungs-, EDV/Telekommunikations-, technischen Dienstleistungen (inkl. Engineering, F&E) und des (technischen) Handels. Diese Konzentration auf den tertiären Sektor ist nicht überraschend, reflektiert er doch sowohl das Marktwachstum im Dienstleistungsbereich generell als auch die niedrigeren Markteintrittsbarrieren (Kapitalbedarf, Minimalgröße etc.) im Vergleich zum produzierenden Gewerbe.

Im Vergleich zum Gründungsgeschehen in forschungs- und wissensintensiven Branchen generell sind Spinoff-Gründungen überdurchschnittlich häufig im Bereich technischer Dienstleistungen zu finden (24 % gegenüber 15 %), während sie im technischen Handel (4 % gegenüber 10 %) sowie im sonstigen verarbeitenden Gewerbe (1 % gegenüber 5 %) unterrepräsentiert sind. Bei den Startup Gründungen hingegen sind die strukturellen Unterschiede zum Benchmark gering.

Abbildung 28: Branchenverteilung der akademischen Gründungen, 2003-2004



Quelle: ZEW/Joanneum Research

Inkubatoren sind in erster Linie Universitäten, wobei im Zeitverlauf Fachhochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen an Bedeutung gewonnen haben.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Zahl der akademischen (Spinoff-) Gründungen deutlich zugenommen hat und somit dieser Transferkanal zwischen Wissenschaft und Wirtschaft von wachsender Bedeutung ist. Dabei stammen die GründerInnen nicht nur von (technischen) Universitäten – auch Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind wichtige Inkubatoren. Der disziplinäre Hintergrund zeigt, dass verwertbare Geschäftsideen nicht auf technische und wirtschaftswissenschaftliche Disziplinen beschränkt sind. Allerdings konzentrieren sich die akademischen Gründungen weitestgehend auf wissensintensive Dienstleistungsbereiche (v. a. EDV). Nur ein sehr geringer Anteil ist im produzierenden Gewerbe aktiv.

Allerdings zeigen avancierte ökonomische Schätzungen, dass Spinoffs die hohen Erwartungen bezüglich Unternehmenswachstums nicht erfüllen. Die Ergebnisse einer Matched-Pair Analyse zeigen zwar, dass sich Spinoff-Unternehmen von ihren ‚Doppelgängern‘ hinsichtlich der Variablen für ‚Wissensintensität‘ statistisch signifikant unterscheiden.⁸⁰ Aber dieses stärkere Engagement hinsichtlich der Wissensgenerierung schlägt sich nicht in einer höheren Unternehmensdynamik nieder. Sowohl das Beschäftigungs- als auch das Umsatzwachstum der Spinoffs unterscheiden sich nicht signifikant von der Entwicklung der Unternehmen in der Kontrollgruppe. Auch beim Umsatzanteil des wichtigsten Produktes und des wichtigsten Kunden sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar. Spinoff-Unternehmen erfüllen somit zwar die Erwartung hinsichtlich des Technologietransfers (d.h. Kommerzialisierung von wissenschaftlichen Forschungsergebnissen bzw. Kompetenzen), übersetzen diese Kommerzialisierungsergebnisse allerdings nicht in eine (zumindest innerhalb der ersten Jahre) überdurchschnittliche Unternehmensperformanz, was die Beschäftigungs- und Umsatzentwicklung betrifft.

⁸⁰ Spinoffs investieren mehr in F&E, pflegen engere Kontakte zur Wissenschaft, haben eher personelle Verflechtungen zu wissenschaftlichen Einrichtungen und melden eher Patente an als vergleichbare ‚normale‘ junge Unternehmen, deren Gründung nicht auf Forschungsergebnissen oder wissenschaftlicher Kompetenz der Gründer basierte.

Die Zahl der akademischen Spinoff-Gründungen ist in Österreich in den vergangenen Jahren gestiegen. Derzeit kann deren absolute Anzahl auf jährlich ca. 500 Gründungen geschätzt werden. Sektorale Schwerpunkte sind die Beratungs-, EDV/ Telekommunikations- und technischen Dienstleistungen. Die Herkunftsdisziplinen sind vielfältig und beschränken sich keineswegs allein auf die technisch-naturwissenschaftlichen und die wirtschaftswissenschaftlichen Studiengänge. Auch die Geistes- und Sozialwissenschaften sind als disziplinäre Inkubatoren von akademischen Ausgründungen von Bedeutung, ein Umstand der mit der zunehmenden Rolle der sogenannten Kreativwirtschaft in Zukunft sicher noch weiter an Relevanz gewinnen wird.

Der Vergleich mit anderen forschungs- und wissensintensiven Gründungen zeigt, dass Spinoff-Gründungen signifikant forschungs- und wissenschaftsorientierter sind (Forschungsintensität, Patentanmeldungen, Kontakte zur Wissenschaft). Spinoff-Gründungen besetzen somit ein besonders forschungsintensives Segment und stellen eine Verbindung zwischen Wissenschaft und Markt her. Allerdings zeigen ökonomische Modellrechnungen, dass Spinoff-Gründungen hinsichtlich Umsatz- und Beschäftigungswachstum nicht erfolgreicher als andere Gründungen sind.

5.4 TRANSFER UND TRANSFERWIRKUNG

In den 1990er Jahren wurden Forschung, Entwicklung und Innovation zunehmend als wichtige Faktoren wahrgenommen und die soziale Erwartung an die öffentliche Forschung stieg – vor diesem Hintergrund wurde auch vermehrt über Chance und Förderung von Wissens- und Technologietransfer diskutiert: Mit einer expliziten Transferorientierung (die zunehmend durch institutionelle Reformen in der öffentlichen Forschung vorangetrieben wurde) sollten auch die sozialen Erträge aus wissenschaftlicher Forschung erhöht werden.

Diese Neuorientierung ging Hand in Hand mit einem merklichen Wandel der F&E- und Innovationsstrategien der Unternehmen. Viele Unternehmen fokussierten die Forschungstätigkeiten auf ihre Kernkompetenzen und stellten damit einhergehend „Randaktivitäten“ ein. Davon betroffen waren auch die auf neue Geschäftstätigkeiten abzielende F&E sowie die laufenden Kosten von F&E und Innovationen. In der zweiten Hälfte der 1990er Jahre folgte dann der Stagnation vorangegangener Jahre wieder eine starke Aufwärtsentwicklung der unternehmerischen F&E-Ausgaben, hinter der einerseits der kommerzielle Durchbruch neuer Querschnittstechnologien (IKT-Technologien) und andererseits ein wieder höheres Gewicht der Zukunftsinvestitionen F&E und Innovation als Erfolgsfaktor im globalen Wettbewerb standen. Allerdings hatten die neuen Strategien auch Auswirkungen auf die Ausrichtung unternehmerischer F&E. Erstens erhöhten immer kürzere Produktlebenszyklen den Innovationsdruck. Die Ergebnisse von F&E auf Unternehmensebene sollten daher unmittelbarer in messbare Resultate münden. Zweitens wurde F&E enger an Marketing und Produktion gebunden, um so rascher und umfangreicher betriebswirtschaftlich sichtbare Erfolge zu erzielen. Ergebnis dieser Bemühungen waren steigende Patentanmeldungszahlen und kürzere Entwicklungszeiten für neue Produkte. Die stärkere Marktorientierung von F&E-Aktivitäten führte allerdings zu einem allmählichen Rückzug der Unternehmen aus der langfristig orientierten Grundlagenforschung. Die Entwicklung verlangte drittens nach neuen Modellen der Nutzung von Einbindung von externem Wissen (*technology sourcing*) und der Zusammenarbeit mit der Wissenschaft und anderen Technologielieferanten wie F&E-Dienstleistern. Dadurch kam und kommt der öffentlichen Forschung als Quelle von Grundlagenwissen eine immer größere Bedeutung zu. Die verstärkte Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre war somit nicht zuletzt Ausdruck unternehmensinterner Strategien, der Entstehung neuer, wissensintensiver Technologien sowie neuer Anreiz- und Finanzierungsmechanismen auf Seiten des

öffentlichen Forschungssektors. Verstärkt wurde diese Entwicklung durch sehr erfolgreiche Förderprogramme (wie das Kompetenzzentrenprogramm in Österreich).

Eine besondere Herausforderung dieser veränderten Situation ist es allerdings, eine Balance zwischen der Sicherung der langfristig orientierten Grundlagenforschung, einer eher kurzfristigen und lösungsorientierten anwendungsnahen Forschung sowie der Ausbildungsfunktion zu halten. Die Entwicklungen der letzten Jahre in Österreich zeigen, dass die Schwerpunkte der Forschungs- und Technologiepolitik (i) in der Schaffung institutioneller und organisatorischer Einrichtungen für die Zusammenarbeit von Unternehmen mit Forschungseinrichtungen, sowie (ii) in der Ausweitung der unternehmensbezogenen Forschungsförderung lagen.

Unter dem Titel „Europäisches Paradoxon“ erlangte ein Paradigma Bedeutung, das den Schwerpunkt und die politische Aufmerksamkeit auf den Wissenstransfer vom akademischen Sektor in den Unternehmenssektor lenkte. Dieses Paradigma erwies sich als zäh und einflussreich – nicht zuletzt auch auf nationaler Ebene. Aber dieses Paradigma vergaß über die Zeit, dass vor jedem Transfer das Wissen auch geschaffen werden muss, welches transferiert werden soll. Kurz, es bedarf der genuinen und langfristig orientierten, risikoreichen Grundlagenforschung, deren Ergebnisse schließlich über jene spezifischen Transferwege in den Unternehmenssektor gelangen, welche in den ersten Kapiteln der vorliegenden Studie beschrieben werden.

5.4.1 Das Europäische Paradoxon

Mitte der 1990er Jahre wurde in der Europäischen Union eine These postuliert, welche direkt auf die wirtschaftliche Verwertbarkeit und Nutzung der wissenschaftlichen Forschung zur Stärkung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit abzielte. Diese unter dem Schlagwort ‚Europäisches Paradoxon‘ firmierende These besagte, dass Europa zwar eine hervorragende Position bezüglich seiner wissenschaftlichen Exzellenz bzw. Quantität und Qualität des wissenschaftlichen Outputs hätte, aber gleichzeitig große Schwächen aufwies, diesen wissenschaftlichen Output in marktfähigen Innovationen zu verwerten. Diese Diagnose führte zu recht simplen Schlüssen - mit sehr weitreichenden normativen Implikationen.

Die simple und logische Konsequenz für die gesamteuropäische FTI-Politik war daher die Betonung und Forcierung der sogenannten Transfermechanismen zwischen akademischer Wissenschaft und dem Unternehmenssektor; all die Schlagworte wie „Netzwerke“, „Kooperationen“, „Einbindung der Endnutzer“ etc. welche die europäischen Förderprogramme seit Jahrzehnten begleiten, entstammen dieser Diagnose. Kritiker sahen darin gar den Beginn eines ‚networking frenzy‘ auf europäischer Ebene: Statt Forschung fördere die Europäische Union seit Jahr und Tag Netzwerke und Kooperationen. Insofern – so G. Dosi et al. in ihrer harten Kritik⁸¹ – führte eine falsche Diagnose zu falschen förderpolitischen Implikationen und folglich auch zu falschen Anreizmechanismen auf Seiten der Forschercommunity; „... *this state of affairs is detrimental to research, wasteful for society and also bad for business*“.⁸²

Worin bestand nun die Kritik am ‚Europäischen Paradoxons‘? Zunächst in der einfachen Feststellung, dass ein solches nie existierte. Die Postulierung eines Paradoxons übersieht den (nach wie vor) bestehenden Rückstand Europas gerade und vor allem im Bereich der wissenschaftlichen Forschung.

Die empirische Grundlage sowie die erstmalige Erwähnung eines europäischen Paradoxons war in dem 1995 veröffentlichten *Green Paper on Innovation* zu finden. Die vermeintliche Führungsrolle Europas in der wissenschaftlichen Forschung wurde an dem Indikator festgemacht, dass die schiere Anzahl

⁸¹ Siehe dazu Dosi et al. (2006, 2009); Pavitt, K. (2000)

⁸² Dosi et al. (2006), S. 1461

wissenschaftlicher Publikationen außerhalb des Unternehmenssektors in Europa leicht höher war als in den USA – was gemessen an der absoluten Anzahl von Publikationen zutrifft. Allerdings zog die Europäische Kommission daraus den etwas voreiligen Schluss, dass „*compared with the scientific performance of its principal competitors, that of the EU is excellent*“.⁸³ Daher lag es auch – so die technologiepolitische Schlussfolgerung – an den fehlenden Transfermechanismen sowie des zu geringen Nachweises des Nutzens europäischer Forschungsaktivitäten, welche eine Widerspiegelung auf Seiten der Industrie verhinderte. Die Folge davon war und ist eine Erfahrung, die schon jeder gemacht hat, der einmal ein Forschungsprojekt im Rahmen einer europäischen Förderinitiative eingereicht hat, und welche K. Pavitt sehr schön zusammenfasst:

*„ ... research proposals are expected to identify possible practical as well as scientific benefits; higher priority is being given to user involvement (including partial funding), universities are being invited to extract more revenue from licensing their intellectual property, and substantial public funds have been spent on ‘foresight’ exercises designed to create exchange and consensus around future opportunities of applications. The research policy of the European Union pushes even further in the search for usefulness. Support for basic research in itself is virtually non-existent”.*⁸⁴

Nun zeigte Dosi et al. (2009) auf der Basis aktueller bibliometrischer Daten, dass tatsächlich die absolute Zahl von Publikationen in der EU höher ist als in den USA. Gewichtet man diese Zahl allerdings mit der Bevölkerung, kehrt sich dieses Verhältnis ins Gegenteil um, die USA liegen deutlich voran (4,64 Publikationen gegenüber 3,6 Publikationen pro Million Einwohner).

Tabelle 8: Publikationen und Zitationen im Vergleich: USA versus Europa

| | Publikationen | Publikationen / Mill. Bev. | Publikationen / Wiss. | Wiss. / Bev. |
|-------|----------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|
| USA | 1 265 808 | 4,64 | 6,8 | 0,68 |
| EU-15 | 1 347 985 | 3,6 | 4,3 | 0,84 |
| | Zitationen | Zitationen / Bev. | Zitationen / Wiss. | Wiss. / Bev. |
| USA | 10 850 549 | 39,75 | 58,33 | 0,68 |
| EU-15 | 8 628 152 | 23,03 | 27,52 | 0,84 |
| | Top-1%-Publikationen | Top-1%-Publikationen / Bev. | Top-1%-Publikationen / Wiss. | Wiss. / Bev. |
| USA | 23 723 | 0,09 | 0,13 | 0,68 |
| EU-15 | 14 099 | 0,04 | 0,04 | 0,84 |

Quelle: Dosi et. al. (2005, 2009)

Ebenso besteht ein deutlicher Vorsprung der USA gegenüber Europa in der wissenschaftlichen Produktivität der (universitären) Forscher (Zahl der Publikationen pro Wissenschaftler) mit 6,8 Publikationen pro Wissenschaftler in den USA versus 4,3 in der Europäischen Union.

Auch bei den Zitationen liegen die USA wie in Kapitel 5.1. ausführlich dargestellt vor Europa. Amerikanische Publikationen werden nämlich auch absolut gesehen häufiger zitiert als europäische. Normiert mit der Zahl der Wissenschaftler ist die Zitationsintensität in den USA mit 58 mehr als doppelt so hoch wie in der Europäischen Union (27). Noch deutlicher zeigt sich der wissenschaftliche Vorsprung der USA, betrachtet man lediglich die „Top-Publikationen“ (verstanden hier als jene 1 % der Publikationen, welche die meisten Zitationen erfahren). Die absolute Zahl dieser „High-Impact Publikationen“ ist in den USA deutlich größer und gemessen an der Bevölkerung ist sie doppelt so hoch, gemessen an der Zahl der Wissenschaftler sogar etwas mehr als dreimal so hoch wie in der Europäischen Union. In den USA werden somit mehr Publikationen (relativ zur Bevölkerung)

⁸³ European Commission (1995), S. 5

⁸⁴ Pavitt (2001), S. 768

generiert und diese sind zudem im Durchschnitt von einer höheren Qualität (bzw. werden von der wissenschaftlichen Community stärker wahrgenommen und zitiert). Zusammenfassend kommen Dosi et al. (2005) anhand dieser Daten zu dem Schluss: „... *the picture that emerges is far from pinpointing a European leadership in science.*“⁸⁵

Dosi et al. (2006) diagnostizieren neben der Schwäche Europas in der wissenschaftlichen Forschung auch eine Schwäche in der industriellen Performanz. Wobei die Gründe dafür industriespezifisch sind und nicht in der vermeintlichen Schwäche in den Wissenschaft-Wirtschafts-Beziehungen zu finden sind.⁸⁶

Die Schlüsse und Empfehlungen von Dosi et al. (2006) klingen ebenso naheliegend wie nachvollziehbar: Statt weiterhin den Schwerpunkt auf Netzwerke, Kooperationen und die damit verbundenen Steering-Gruppen zu legen, sollte Europa verstärkt Forschung fördern: *„increase support for high quality basic science“*.⁸⁷

Es sind daher die sich abzeichnenden neuen gesellschaftlichen Herausforderungen, die Konturen neuer Zukunftstechnologien sowie die Schaffung neuer technologischer Opportunitäten, für die die Grundlagenforschung unabdingbar ist.

Es dauerte bis zum 2. Februar 2007, als mit der Gründung des European Research Council (ERC) erstmals auf europäischer Ebene eine Einrichtung geschaffen wurde, welche wissenschaftlich Forschung (*frontier research*) nach dem bottom-up Prinzip fördert. Die Gründung des ERC kann somit fast als logische Folgerung aus der Diagnose Dosis verstanden werden.

Eine weitere Empfehlung betraf den akademischen Sektor insgesamt und plädierte für die innere Differenzierung: *„fully acknowledge the differences within the higher education system“*.⁸⁸ Denn es sind die vielfältigen und steigenden Anforderungen an den akademischen Sektor, welche eine Arbeitsteilung im Sinne der Konzentration auf Stärken verhindern. Es herrscht nach wie vor die Überzeugung, dass hochqualitative, exzellente Forschung neben einer Vielzahl anderer Tätigkeiten und Verpflichtungen machbar wäre. Das unter dem Titel „Einheit von Forschung und Lehre“ firmierende Modell verhindert somit Spezialisierung und schafft eher Barrieren als die anreizkompatible Forcierung von Entwicklungspotentialen.

⁸⁵ Dosi et al. (2005), S. 8

⁸⁶ Dosi et al. (2006), S. 1458

⁸⁷ Dosi et al. (2006), S. 1461

⁸⁸ Ebenda.

6 Quo Vadis Grundlagenforschung? Szenarien zur Entwicklung der Grundlagenforschung in Österreich bis 2020

Nachdem Österreichs Aufholprozess bezüglich der allgemeinen Forschungsquote nunmehr abgeschlossen ist, besteht prinzipiell weitgehend Konsens darüber, dass sich die wissenschafts- und technologiepolitische Strategie Österreichs für das nächste Jahrzehnt offensiv an der wissenschaftlichen *frontier* orientieren müsse. K. Aiginger hat bereits im Jahr 2006 den dafür treffenden Ausdruck einer *frontrunner* Strategie definiert.⁸⁹ In einer derartigen strategischen Ausrichtung kommt naheliegenderweise der Grundlagenforschung, die ja per definitionem laufend die jeweilige *frontier* des wissenschaftlich-technologischen Wissens und Könnens verschiebt, eine zentrale und herausragende Rolle zu.

Wenn aber prinzipiell unbestritten ist, dass die Grundlagenforschung in naher Zukunft eine größere Rolle einnehmen soll, ergibt sich die die Notwendigkeit plausible Szenarien zu zeichnen, um welche Dimensionen es sich dabei handeln könnte.

Im Folgenden werden daher zwei einfache Szenarien diskutiert, die auf diese Frage näher eingehen und die Konsequenzen unterschiedlicher angenommener Entwicklungen für die Struktur der Forschungsausgaben in Österreich untersuchen. Zudem werden ausgehend von in der wissenschafts- und technologiepolitischen Öffentlichkeit diskutierten Zielgrößen die notwendigen Wachstumsraten abgeleitet, die für die Erreichung der gesetzten Ziele unumgänglich sind.

Das erste Szenario geht von einer Strukturkonstanz aus, d.h. die Zusammensetzung (die jeweiligen Anteile der Forschungsarten) der Forschungsausgaben nach Grundlagenforschung, Angewandter Forschung und Experimenteller Entwicklung bleibt konstant. Gleichzeitig wird davon ausgegangen, dass Österreich bis zum Jahr 2020 weiterhin ein (wenn auch abgeschwächtes) Wachstum der F&E-Ausgaben aufweisen wird. Konkret wird für das Szenario davon ausgegangen, dass Österreich sein gegenüber dem Europäischen Rat festgelegtes Ziel einer F&E-Quote von 3,76 % im Jahr 2020 erreichen wird. Geht man weiters davon aus, dass in den nächsten zehn Jahren ein durchschnittliches jährliches Wachstum (nominell) von 3 % erzielt werden wird⁹⁰, so wird eine durchschnittliche jährliche Zunahme der F&E-Ausgaben Österreichs von 6,2 % benötigt um dieses Ziel zu erreichen. In absoluten Zahlen würden die Ausgaben für Grundlagenforschung von derzeit ca. 1,4 Mrd. €⁹¹ auf dann ca. 2,5 Mrd. € im Jahr 2020 steigen. Aufgrund der gestiegenen Forschungsquote bei angenommener Strukturkonstanz der Forschungsarten würden natürlich alle Forschungsarten gleichermaßen von dem laufend größer werdenden ‚Forschungskuchen‘ profitieren. Ohne Anteilsverschiebungen zwischen diesen erhalten sie einen stetig wachsenden Anteil am BIP (‚Niveaueffekt‘). Im Jahr 2020 würde z.B. die Grundlagenforschung einen Anteil am BIP von 0,66 % aufweisen - zwar immer noch unter den Werten der heutigen Spitzenreitern (Schweiz 0,83 %, Israel 0,78 %), aber schon recht nahe dran.

⁸⁹ Aiginger et al. (2006)

⁹⁰ Angesichts der globalen Finanz- und Wirtschaftskrise ist eine über eine ganze Dekade gehende Annahme künftiger Wachstumsraten ‚heroisch‘. Mit einer durchschnittlichen nominellen Wachstumsrate von 3 % (was z.B. eine zweiprozentige Inflation und ein eher mageres reales Wachstum von einem Prozent impliziert) wurde ein vorsichtiger Mittelweg zwischen Pessimismus (‚japanisches‘ Schicksal) und Optimismus (V-förmige Krise/Rezession mit anschließend rasch steigendem Wachstum) gewählt.

⁹¹ Bei den 1,4 Mrd. € für Grundlagenforschung handelt es sich um eine ‚Hochrechnung‘ auf Basis des Anteils der Grundlagenforschung an den gesamten F&E-Ausgaben, der im Jahr 2007 17,55 % betrug und der Prognose für die gesamten F&E-Ausgaben auf Basis der Globalschätzung 2010 (Statistik Austria).

Für das zweite Szenario wurde nun von der Annahme der Strukturkonstanz bezüglich der Anteile der Forschungsarten abgegangen. Im Gegenteil wird hier ein wachsender Anteil für die Grundlagenforschung am gesamten ‚Forschungskuchen‘ vorausgesetzt. Und zwar dergestalt, dass die Grundlagenforschung im Jahr 2020 – wiederum bei einer dann erreichten Forschungsquote von 3,76 % - das heutige Schweizer Niveau von 0,83 % am BIP erzielt. Hierfür müsste sich der Anteil der Grundlagenforschung an den F&E-Ausgaben von 17,6 % auf 22,1 % erhöhen (spiegelgleich dazu müssten sich natürlich die jeweiligen Anteile der Angewandten Forschung und Experimentellen Entwicklung verringern). In absoluten Zahlen wären dafür im Jahr 2020 knapp 3,2 Mrd. € für die Grundlagenforschung nötig, wobei die Grundlagenforschung jährlich um durchschnittlich 8,7 % steigen müsste.

Tabelle 9: Szenarienrechnung für die Entwicklung der Grundlagenforschung bis 2020 unter dem neuen Forschungsquotenziel Österreichs

| nominelles BIP- Wachstum 3 % | | Zielpfad: 3,76 % F&E-Quote | | | | | |
|---------------------------------|------------|-------------------------------|---------------------|---|----------------------------|--|------|
| in Mrd. € | | in Mio. € | | Anteil der GF an den gesamten F&E-Ausgaben (17,5%) bleibt konstant (Strukturannahme) | | Steigerung des GF-Anteils am BIP auf Schweiz-Niveau | |
| BIP (nominell) in Mrd. € | F&E gesamt | Grundlagen- forschung | Anteil GF an BIP | GF-Anteil Schweiz Szenario | Anteil GF an F&E gesamt | Anteil GF an BIP | |
| 2010 | 282 | 7.805 | 1.370 | 0,49 | 1.370 | 17,6 | 0,49 |
| 2011 | 291 | 8.291 | 1.455 | 0,5 | 1.489 | 18 | 0,51 |
| 2012 | 300 | 8.806 | 1.546 | 0,52 | 1.618 | 18,4 | 0,54 |
| 2013 | 309 | 9.354 | 1.642 | 0,53 | 1.759 | 18,8 | 0,57 |
| 2014 | 318 | 9.936 | 1.744 | 0,55 | 1.911 | 19,2 | 0,6 |
| 2015 | 327 | 10.554 | 1.852 | 0,57 | 2.077 | 19,7 | 0,63 |
| 2016 | 337 | 11.211 | 1.967 | 0,58 | 2.258 | 20,1 | 0,67 |
| 2017 | 347 | 11.908 | 2.090 | 0,6 | 2.454 | 20,6 | 0,71 |
| 2018 | 358 | 12.649 | 2.220 | 0,62 | 2.667 | 21,1 | 0,75 |
| 2019 | 368 | 13.435 | 2.358 | 0,64 | 2.899 | 21,6 | 0,79 |
| 2020 | 380 | 14.271 | 2.505 | 0,66 | 3.150 | 22,1 | 0,83 |
| Notwendige Wachstumsraten | | 6,22 | 6,22 | 8,68 | | | |

Quelle: eigene Berechnung auf Basis der Daten von Statistik Austria

Die oben dargestellten Szenarien beruhen natürlich auf reinen Hochrechnungen und Analogieschlüssen. Es stellt sich nun die Frage nach den Wahrscheinlichkeiten bzw. des Realismusgrads der getroffenen Annahmen. Kurzfristig hat die Wirtschafts- und Finanzkrise zu einem Ende des Wachstums der F&E-Ausgaben im Unternehmenssektor geführt und die öffentliche Hand hat spätestens seit 2008 die ‚Führungsrolle‘ für das Wachstum der Gesamtausgaben der F&E übernommen, was bereits in der kurzen Frist von drei Jahren zu einem wieder deutlichen höheren Anteil der öffentlichen Hand an den F&E-Ausgaben geführt hat (auf ca. 41,6 % inklusive der Bundesländer im Jahr 2010 gegenüber 33,4 % im Jahr 2007). Angesichts der nun knapper werdenden öffentlichen Budgets ist allerdings Skepsis angebracht gegenüber der Fähigkeit und/oder dem Willen der öffentlichen Hand diese Führungsrolle langfristig einzunehmen. Auch die grundlegende Zielsetzung (im Einklang mit den ursprünglichen Lissabon-Zielen der EU) einer Finanzierungsaufteilung von einem Drittel öffentlich und zwei Drittel privat (einschließlich des Auslandsbeitrags, der ja im Wesentlichen aus F&E-Finanzierungen ausländischer Konzernmütter

besteht) widerspricht einem dauerhaften Wachstumsvorsprung öffentlicher F&E-Finanzierung gegenüber dem privaten Pendant⁹². Denn gerade aufgrund dieser stärker werdenden budgetären Restriktionen besteht die dringende Gefahr, dass die Grundlagenforschung, die zwar langfristig die höheren sozialen Renditen verspricht, kurzfristig aber oft als bloßer Kostenfaktor wahrgenommen wird, die schlechteren Karten im Verteilungskampf um knappe Ressourcen hat.

⁹² Gleichzeitig legt das die Problematik derartiger Zielvorgaben zu Tage. Geradezu widersinnig wäre es ja, würde die öffentliche Hand parallel zum Unternehmenssektor ihre F&E-Finanzierung in Krisenzeiten reduzieren um einem arbiträren Ziel zu entsprechen. Rein rechnerisch handelt es sich um ‚kommunizierende Gefäße‘: Sinken im Folge einer Rezession die F&E-Ausgaben der Unternehmen (was sie rein empirisch ‚immer‘ tun) so steigt ceteris paribus der Anteil der öffentlichen Hand automatisch.

7 Ausblick

Auch wenn es bereits öfters strapaziert wurde: Österreich hat sich durch den erfolgreichen Aufhol- und später Überholprozess in Sachen F&E in die europäische Spitzengruppe bewegt, zumindest was die F&E-Quote betrifft.⁹³ Schon hat dieser Erfolg dazu geführt, dass neue strategische Zielsetzungen gesucht und gefunden werden müssen. ‚Frontrunner‘ und ‚Innovation Leader‘ sind nur zwei der Schlagworte, die in der aktuellen Diskussion als neue strategische Leitlinien für Österreich genannt und propagiert werden. Gleichzeitig ist jedoch auch ein neues ‚mind set‘ gefragt, denn der alleinige Hinweis auf einen Rückstand Österreichs gegenüber ausgewählten Vergleichsländern (oder einem Durchschnitt reicher Länder) kann von der neuen Position Österreichs aus kaum mehr als Legitimation (und zur politischen Motivierung) dienen, da Österreich bei einigen Indikatoren nun selbst das Spitzenfeld definiert und markiert.

Gefragt ist vielmehr eine offensive Zielsetzung im Sinne einer aktiven ‚Mitarbeit‘ an der kontinuierlichen Erweiterung der wissenschaftlich-technologischen ‚frontier‘, wobei alles daran gesetzt werden sollte die intellektuellen, finanziellen und infrastrukturellen Ressourcen hierfür mittel- und langfristig zu gewährleisten. Dies betrifft zum einen den Bildungssektor als Garant für die Bereitstellung der intellektuellen Ressourcen (die trotz der Globalisierung der wissenschaftlichen Arbeitsmärkte zunächst einmal endogen, d.h. national bereit gestellt werden müssen⁹⁴) und zum anderen die Finanzierung der akademischen Forschung im Allgemeinen bzw. der Grundlagenforschung im Besonderen.

In beiden Bereichen ist langfristiges Denken – möglichst abgekoppelt von konjunkturellen Schwankungen – gefragt. Denn kurzfristig sind von entsprechenden Änderungen (im positiven wie auch im negativen) nur geringe Auswirkungen zu erwarten. Zum einen gibt es Wirkungsverzögerungen durch die Durchlaufzeiten der Schüler- und Studentenkohorten durch das Bildungssystem (d.h. die bildungspolitischen Weichen für die jeweils nächste Wissenschaftergeneration werden ca. fünf bis fünfzehn Jahre vorher gestellt) und zum anderen entfalten sich die hohen sozialen Erträge der Grundlagenforschung über einen (ex ante unbekannt) langfristigen Zeitraum. In beiden Fällen kann nur die öffentliche Hand die Verantwortung übernehmen und entsprechende Zielvorstellungen formulieren – und sollte es auch tun.

⁹³ Anzumerken bleibt freilich, dass der Aufholprozess Österreichs von einem wohl real höheren Niveau startete als ursprünglich angenommen. In den 1980er Jahren wurde die F&E-Quote Österreichs systematisch unterschätzt. Die damals zur Verfügung stehende Erhebung der F&E in Unternehmen berücksichtigte nicht systematisch alle Unternehmen aller Wirtschaftszweige. Gleichzeitig wurde der Finanzierungsbeitrag des Auslands (v.a. jener von ausländischen Konzernmüttern) unzureichend erfasst. Allerdings sind analog auch die publizierten F&E-Quoten einiger wichtiger anderer Länder in Frage zu stellen. So wird beispielsweise Deutschlands F&E-Quote (die seit 2007 offiziell unter jener Österreichs liegt) von Experten als unterschätzt eingestuft und könnte inoffiziell im Jahr 2008 bereits leicht über 3 % gelegen sein.

⁹⁴ Anekdotische Evidenzen deuten vielmehr auf einen anhaltenden brain drain von (jungen) Wissenschaftler aus Österreich hin. Solange auch aus dem Ausland eine entsprechende ‚Immigration‘ von Wissenschaftler nach Österreich stattfindet, ist dieses Phänomen nur Indikator für die Globalisierung des wissenschaftlichen Arbeitsmarkts. Problematisch wird es allerdings dann, wenn die Wanderungsbilanz dauerhaft negativ ist, das heißt Österreich systematisch mehr Wissenschaftler ans Ausland verliert als gewinnt. Auch wenn die Datenlage ungenügend ist (nicht zuletzt dadurch, dass diese ‚Wanderungen‘ vielfach temporär sind, also keine dauerhaften ‚Auswanderungen‘ im klassischen Sinn), dürfte eine negative Bilanz für Österreich bis dato der Fall sein.

8 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.
- Aiginger, K., G. Tichy, E. Walterskirchen (2006), *Weißbuch. Mehr Beschäftigung durch Wachstum auf Basis von Innovation und Qualifikation*; WIFO, Wien.
- Aiginger, K., R. Falk, A. Reinstaller (2009), *Evaluation of Government Funding in RTDI from a Systems Perspective in Austria. Reaching out to the Future needs radical change*; Wien.
- Almus, M., J. Egel, D. Engel, H. Gassler (2000), *Unternehmensgründungsgeschehen in Österreich bis 1998*; Mannheim. (=ZEW-Dokumentation 00-06).
- Arrow, K.J. (1962), *Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions*; in: Nelson, R. (ed.) (1962).
- Audretsch, D., B. Bozemann, K. Combs, M. Feldman, A. Link, D. Siegel, P. Stephan, G. Tasse, Ch. Wessner (2002), *The Economics of Science and Technology*; *Journal of Technology Transfer*, 27, 155-203.
- Bauwens, L., Giordano, M., Thisse, J.F. (2008), *The resistible decline of European science*, CORE-discussion paper, 2007/92, Louvain-la-Neuve.
- Bergman, E.M. (1990), *The economic impact of industry-funded university R&D*; *Research Policy* 19, 340-355.
- Bozeman, B. (2000), *Technology Transfer and Public Policy: A Review of Research and Theory*; *Research Policy* 29, 627-655.
- Brooks, H. (1994), *The relationship between science and technology*; *Research Policy* 23, 477-486.
- 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.
- Dasgupta, P., David, P. (1994), *Toward a new economics of science*; *Research Policy* 23, 487-521.
- Di Gregorio, D., S. Shane (2003), *Why do Some Universities Generate More Start-ups Than Others?*; *Research Policy* 32, 209-227.
- Dosi, G., P. Llerena, M.S. Labini (2005), *Evaluating and Comparing the innovation performance of the United States and the European Union*, Expert report prepared for the Trend Chart Policy Workshop 2005.
- Dosi, G., P. Llerena, M.S. Labini (2006), *The relationship between science, technologies, and their industrial exploitation: An illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'*; *Research Policy* 35, 1450-1464.
- Dosi, G., P. Llerena, M.S. Labini (2009), *Does the 'European Paradox' still hold? Did it ever?*, in: H. Delanghe, U. Muldur (eds.) (2009), *European Science and Technology Policy. Towards Integration or Fragmentation*, Edward Elgar.
- Druilhe, C., E. Garnsey (2004), *Do Academic Spin-Outs Differ and Does it Matter?*; *Journal of Technology Transfer* 29, 269-285.
- Egel, J., H. Gassler, N. Gretzmacher, S. Gottschalk, G. Metzger, C. Rammer (2003), *Akademische Spinoff-Gründungen in Österreich. Forschungsbericht an das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie*; Wien, Mannheim.
- Egel, J., S. Gottschalk, C. Rammer, A. Spielkamp (2002), *Spinoff-Gründungen aus der öffentlichen Forschung in Deutschland. Gutachten für das Bundesministerium für Bildung und Forschung*; Mannheim, Gelsenkirchen.

- Ensley, M.D., Hmielski, K.M. (2005), A Comparative Study of New Venture Top Management Team Composition, Dynamics and Performance Between University-based and Independent Start-ups; *Research Policy* 34, 1091-1105.
- European Commission (1995), Green Paper on Innovation; COM (1995) 688, Communication from the Commission, 20 December 1995 Brussels.
- Feldman, M.P. (2001), The Entrepreneurial Event Revisited: Firm Formation in a Regional Context; *Industrial and Corporate Change* 10, 861-891.
- Freeman, C. (1969), Measurement of Output of Research and Experimental Development; ST/S/16. UNESCO.
- FWF (2007), Conference Report: Science Impact. Rethinking the Impact of Basic Research on Society and the Economy, International Conference 10-11 May 2007, Vienna; www.science-impact.ac.at
- Gassler, H. (1998), Regionale Unterschiede der Unternehmensgründungsaktivitäten im Hochtechnologiesektor in Österreich; *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft* 140, 97-114.
- Glänzel W. (2001), National characteristics in international scientific co-authorship relations; *Scientometrics* 51(1), 69–115.
- Glänzel W., A. Schubert (2005), Domesticity and internationality in co-authorship, references and citations; *Scientometrics* 65(3), 323–42.
- Godin, B. (2005), The Linear Model of Innovation: The Historical Construction of an Analytical Framework; Project of the History and Sociology of S&T Statistics, Working Paper No. 30, Montreal.
- Godin, B. (2007), Science, accounting and statistics: The input-output framework; *Research Policy* 36, 1388-1403.
- 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.
- Grupp, H., A. Jungmittag, U. Schmoch, H. Legler (2000), *Hochtechnologie 2000: Neudefinition der Hochtechnologie für die Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands*; Karlsruhe.
- Janger, J, H. Pechar (2008), *Organisatorische Rahmenbedingungen für die Entstehung und Nachhaltigkeit wissenschaftlicher Qualität an Österreichs Universitäten; Studie im Rahmen des Forschungsdialogs, WIFO / Universität Klagenfurt, Wien 2008.*
- Jones, C., J. Williams (1998), Measuring the Social Return to R&D; *Quarterly Journal of Economics* 113, 1119-1135.
- Klevatorick, 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.
- Kline, S., N. Rosenberg (1986), An overview of innovation; in: R. Landau und N. Rosenberg (eds.), *The Positive Sum Game*; National Academy Press, Washington, DC.
- Lockett A., M. Wright (2005), Resources, Capabilities, Risk Capital and the Creation of University Spin-out Companies; *Research Policy* 34, 1043-1057.
- Lucas, R.E. (1988), On the mechanics of economic development; *Journal of Monetary Economics* 22(1), 3-42.
- Mansfield, E. (1991), Academic research and industrial innovation; *Research Policy* 20, 1-12.
- Mansfield, E. (1995), Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics, and financing; *The Review of Economics and Statistics* (February), 55-65.
- Mansfield, E. (1996a), Contributions of New Technology to the Economy; in: Smith and Barfield (1996).
- Mansfield, E., J.Y. Lee, (1996b), The modern university: contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support; *Research Policy* 25, 1047-1058.

- 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, B., P. Tang (2007), The benefits form publicly funded research; SPRU, SEWPS Working Paper No. 161, University of Sussex, Brighton.
- 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.
- Mustar P., M. Renault, M. Colombo, E. Piva, M. Fontes, A. Lockett, M. Wright, B. Clarysse, N. Moray (2006), Conceptualising the Heterogeneity of Research-based Spinoffs: A Multidimensional Taxonomy; *Research Policy* 35, 289 -308.
- Narin F., K. Stevens, E. Whitlow (1991), Scientific co-operation in Europe and the citation of multinationally authored papers. *Scientometrics* 21(3), 313–23.
- National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics (NSF/SRS) (2007), Asia's Rising Science and Technology Strength: Comparative Indicators for Asia, the European Union, and the United States. NSF 07-319. Arlington, VA.
- Nelson, R. (1959), The Simple Economics of Basic Scientific Research; *Journal of Political Economy* 67, 297-306.
- Nelson, R. (1998), The agenda for growth theory: a different point of view; *Cambridge Journal of Economics* 22 (4), 497-520.
- Nelson, R. (ed.) (1962), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*; Princeton University Press, Princeton.
- Nerlinger, E. A. (1998), Standort und Entwicklung junger innovativer Unternehmen; *ZEW Wirtschaftsanalysen* 27; Baden-Baden.
- OECD (2002), *Frascati-Manual*; Paris.
- OECD (2003), *The Sources of Economic Growth*; Paris.
- O'Shea, R.P., T. J. Allen, A. Chevalier, F. Roche (2005), Entrepreneurial Orientation, Technology Transfer and Spinoff Performance of U.S. Universities; *Research Policy* 34, 994-1009.
- 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. (1998), The social shaping of the national science base; *Research Policy* 27, 793-805.
- 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.
- Pechar, H, D.F.J. Campbell, A. Brechelmacher (2008), *Das Doktoratsstudium in Österreich: Internationaler Vergleich und empirische Befragung von WissenschaftlerInnen und DoktorandInnen*; FWF / BMWF, Wien.
- Reckling, F. (2007), Der Wettbewerb der Nationen – oder wie weit die österreichische Forschung von der Weltspitze entfernt ist. Eine Analyse der internationalen Wettbewerbsfähigkeit wissenschaftlicher Forschung Österreichs in den Natur- und Sozialwissenschaften; FWF-Positionspapier, Wien.
- Reinstaller, A. (2010), Die Förderung risikoreicher F&E Projekte; *Plattform fteval Newsletter* 34, Februar 2010.
- 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. (1994), *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*; New York: Cambridge University Press.

- 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. (2009), Das österreichische Fördersystem: Systemevaluierung; *tippolicybrief* 2009/01, Joanneum Research, Wien.
- Schubert A., W. Glänzel (2006), Cross-national preference in co-authorship, references and citations; *Scientometrics* 69(2), 409–28.
- Schumpeter, J. (1939), *Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process*, Vol. 1, McGraw Hill, New York.
- Senker, J. (1995), Tacit knowledge and Models of Innovation; *Journal of Industrial and Corporate Change* 4, 425-477.
- Sternberg, R. (2003), Wissensintensität und regionales Umfeld als Determinanten der Entstehung und Entwicklung junger Unternehmen. In: Steinle, C. u. K. Schumann (Hrsg.), *Gründung von Technologieunternehmen: Merkmale - Erfolg - empirische Ergebnisse*; Wiesbaden, 219- 238.
- Tichy, G. (2010), Front-Runner Strategie: Definition und Umsetzung; *Plattform fteval Newsletter* 34, 48-67.
- Tijssen, R.J.W. (2004), Is the commercialisation of scientific research affecting the production of public knowledge? Global trends in the output of corporate research articles; *Research Policy* 33, 709–733.
- Van Pottelsberghe, B. (2010), Europe should stop taxing innovation; *Bruegel policybrief Issue* 2010/02, March 2010.
- Wright, M., S. Birley, S. Mosey (2004), Entrepreneurship and University Technology Transfer; *Journal of Technology Transfer* 29, 235-246.
- Zitt M., E. Bassecoulard, Y. Okubo (2000), Shadows of the past in international collaboration: Collaboration profiles of the top five producers of science; *Scientometrics*, 47(3), 627–57.

POLICIES Research Report Series

Research Reports des Zentrums für Wirtschafts- und Innovationsforschung der JOANNEUM RESEARCH geben die Ergebnisse ausgewählter Auftragsforschungsprojekte des Zentrums wieder. Weitere .pdf-Files der Research Report Series können unter <http://www.joanneum.at> heruntergeladen werden.

Für weitere Fragen wenden Sie sich bitte an policies@joanneum.at.

© 2010, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH – Alle Rechte vorbehalten.