SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

Nationale Forschungssysteme im Vergleich: Strukturen, Herausforderungen und Entwicklungsoptionen

Campbell, David F. J.

Veröffentlichungsversion / Published Version
Zeitschriftenartikel / journal article

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Campbell, D. F. J. (2006). Nationale Forschungssysteme im Vergleich: Strukturen, Herausforderungen und Entwicklungsoptionen. *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft*, *35*(1), 25-44. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-63540

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer CC BY-NC Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.de

Terms of use:
This document is made available under a CC BY-NC Licence (Attribution-NonCommercial). For more Information see:
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0

gesis Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften

Mitglied der Leibniz-Gemeinschaft

David F. J. Campbell (Wien)

Nationale Forschungssysteme im Vergleich.[1]

Strukturen, Herausforderungen und Entwicklungsoptionen

Den konzeptionellen Rahmen des gegenständlichen Beitrages bilden Überlegungen zur Bedeutung der Wissensbasis für Gesellschaft und Wirtschaft und das Konzept des „Wissensstaates", der die Bedingungen der Wissensbasis reflektiert und durch Politik entsprechend zu fördern versucht. Die Analyse beschäftigt sich vor diesem Hintergrund aus international vergleichender Perspektive mit Strukturen, Herausforderungen und Entwicklungsoptionen nationaler (bzw. national aggregierter) Forschungssysteme und operationalisiert zentrale einschlägige Fragestellungen und Problemzusammenhänge an Hand von quantitativen Indikatoren. Als Forschungssysteme werden dabei die EU, die USA und Japan differenziert. Die Indikatoren, die zu ihrer Analyse herangezogen werden, sind auf unterschiedlicher Ebene angesiedelt. Erstens wird, zur generellen Einschätzung der Platzierung der jeweiligen Forschunsgsräume, die Entwicklung der Gesamtforschungsaufwendungen nachgezeichnet und verglichen. Zweitens stellt sich die Frage nach den jeweiligen Finanzierungsformen (Staat versus Wirtschaft), drittens nach den jeweiligen Mustern der Durchführung differenziert nach Forschungseinrichtungen (Universitäten versus Wirtschaft). Nicht zuletzt ist viertens die inhaltliche Verteilung über verschiedene F&E-Aktivitäten (Grundlagenforschung, angewandte Forschung bzw. experimentelle Entwicklung) für die gegenwärtige Platzierung der jeweiligen Forschungssysteme und ihre Entwicklungsoptionen relevant. Die Ergebnisse werden schließlich in einer skizzenhaften vergleichenden Typologie nationaler (bzw. national aggregierter) Forschungssysteme verdichtet und diese zur Diskussion gestellt.

Keywords: Wissensstaat, Forschungspolitik, F&E-Policy, reale F&E-Niveaus, Typologie nationaler Forschungssysteme
Knowledge state, research policy, R&D policy, real-term R&D levels, typology of national research systems

1. Einleitung

Die gegenständliche Untersuchung fokussiert auf Herausforderungen, Entwicklungspotenziale sowie Entwicklungsoptionen unterschiedlicher Forschungssysteme vor dem Hintergrund ihrer gegenwärtigen Strukturierung. Forschungssysteme werden dabei als nationale beziehungsweise national aggregierte Forschungsräume verstanden, im Besonderen die EU (EU-15), die USA und Japan.

Die Untersuchung ist eingebettet in konzeptionell-theoretische Überlegungen zum Wissensstaat (*knowledge state*)[2], der einerseits die Bedeutung von Wissen (*knowledge*) und der Wissensbasis (*knowledge base*) anerkennt sowie andererseits die Vernetzung der Wissensbasis mit Gesellschaft, Demokratie und Wirtschaft fördern möchte (Abschnitt 2). Die Untersuchung und der Vergleich der jeweiligen Forschungssysteme bzw. der jeweiligen Ausformungen des Wissensstaates erfolgt an Hand quantitativer Indikatoren, die zuerst konzeptionell diskutiert (Abschnitt 2) und dann empirisch untersucht werden (Abschnitt 3). Abschließend werden diese Ergebnisse in einer vergleichenden Typologie

nationaler (bzw. national aggregierter) Forschungssysteme für die genannten Forschungsräume beziehungsweise Länder-Cluster verdichtet (Abschnitt 4). Der hier präsentierte Entwurf für eine vergleichende Typologie soll dabei mehr als ein erster Diskussionsvorschlag und nicht als ein fertiges Modell gelten.

2. Wissensstaat und Forschungspolitik: Konzeptionelle Überlegungen

2.1 Der Wissensstaat

Konventionell werden Staaten (Staatsstrukturen) in Westeuropa mit den folgenden Merkmalen der politischen Ökonomie beschrieben: Sie repräsentieren Wohlfahrtsstaaten (*welfare states*) und sind gemischte Wirtschaftssysteme (*mixed economies*) (Sodaro 2004, 297, 305, 308ff.). Bezug nehmend auf die wachsende Bedeutung von Wissen beziehungsweise der Wissensbasis für Gesellschaft, Demokratie und Ökonomie soll für unsere Analyse darüber hinausgehend der theoretische Entwurf des Wissensstaates eingeblendet werden.

Als Wissensstaat definieren wir ein politisches System, auf welches folgende Beschreibungen (im Sinne postulierter Prämissen) zutreffen: (1) Die Politik anerkennt die Bedeutung von Wissen, einer Wissensbasis beziehungsweise eines Wissenssystems für Gesellschaft, Demokratie und Ökonomie.[3] (2) Die Politik versucht, Wissen, die Wissensbasis beziehungsweise das Wissenssystem zu fördern.[4] (3) Die Politik ist bestrebt, durch Wissens-Policy und/oder Innovations-Policy die wirtschaftliche Entwicklung zu fördern, indem sie das Wissen der gesellschaftlichen Wissensbasis (des gesellschaftlichen Wissenssystems) letztlich auch der Ökonomie zugänglich macht. (4) Wobei es umgekehrt auch darum geht, wie wirtschaftliche Entwicklung ihrerseits einen positiven Beitrag für die gesellschaftliche Wissensbasis liefern kann. Die Wissensbasis soll Leistungskraft und globale Kompetitivität einer Ökonomie erhöhen und damit zur Schaffung von Wohlstand beitragen. (5) Darüber hinaus verfolgt der Wissensstaat mit seiner Wissens-Policy und/oder Innovations-Policy auch nicht-ökonomische Zielsetzungen (etwa in den Bereichen Demokratie – wissensbasierte Demokratie – und Kultur).[5]

Konventionell betrachtet weist Wissen zwei „Äste“ beziehungsweise zwei Achsen auf[6]: Einerseits Forschung (F&E)[7], die auch mit Wissenschaft und Technologie (*science and technology, S&T*) verknüpft ist; andererseits die Bildung (Carayannis/Campbell 2006a, 12ff.). Innovation lässt sich dabei erstens als eine hohe Aggregationsform von Wissen (Forschung und Bildung) und/oder zweitens als der Umsetzungsbereich von Wissen in Gesellschaft (Demokratie, Wirtschaft) verstehen (Carayannis/Campbell 2006a, 12, 14, 16ff.; Campbell 2006, 70, 97). Der Übergangsbereich von Wissens-Policy und Innovations-Policy ist graduell, fließend und hybrid überlappend. Dort, wo Wissens-Policy konkret Wissen mit Gesellschaft und Wirtschaft vernetzen möchte, wird sie gleichzeitig auch zur Innovations-Policy. Wissensbasierte Innovation und Innovations-Policy tangieren damit F&E sowie Bildung. F&E-Policy (Forschungspolitik) lässt sich, in Übereinstimmung mit den hier vorgeschlagenen Prämissen, als ein Teilbereich sowohl von Wissens-Policy als auch von Innovations-Policy verstehen.

Es lässt sich schlüssig argumentieren, dass im Kontext entwickelter Ökonomien gewisse Teilbereiche traditioneller Wirtschaftspolitik durch Innovationspolitik überlagert und ersetzt werden: Gilt Forschungspolitik als ein Teilbereich von wissensbasierter Innovationspolitik (Lundvall 1992, 6; Caryannis/Campbell 2006a), dringt damit Forschungspolitik im Wissensstaat weit in Felder klassischer Wirtschaftspolitik vor.

Im Hinblick auf die maßgebliche räumliche Ebene von Wissenspolitik und Innovationspolitik wird das Konzept des nationalen Innovationssystems graduell durch das erweiterte Verständnis der Mehrebenen-Innovationssysteme abgelöst. Selbst nationale politische Systeme werden zunehmend in Mehrebenen-Regierungssysteme (*multi-level governance*) eingebunden, beispielsweise im EU-Kontext (Hooghe/Marks 2001). Das Konzept des nationalen Innovationssystems, welches das Innovationssystem im Rahmen von Nationalstaaten begreift, wurde von Lundvall (1992) und Nel-

son (1993) entwickelt, wobei bereits der frühe Lundvall (1992, 1, 3) explizit ausführt, dass das nationale Innovationssystem seinerseits durch regionale und globale Innovationssysteme herausgefordert wird. Das Konzept des Mehrebenen-Innovationssystems findet bereits seine gängige Anwendung (Kaiser/Prange 2004, 395, 405f.; Kuhlmann 2001, 970f., 973; Caryannis/Campbell 2006a, 13f.). Dazu gibt es ferner die Begriffsmetapher des „glocal" (Carayannis/Zedtwitz 2005), welche auf die Kombination von global und lokal hinweist.

2.2 Forschungssysteme und Forschungspolitik: quantitative Indikatoren

Zur Operationalisierung der Frage nach der gegenwärtigen Struktur sowie der Herausforderungen und Entwicklungspotenziale unterschiedlicher Forschungssysteme sollen hier, wie einleitend ausgeführt, quantitative Indikatoren herangezogen werden. Der folgende Abschnitt stellt einige konzeptionelle Überlegungen zu den in Abschnitt 3 weiter analysierten Indikatoren an.[8]

2.2.1 Nationale Forschungsaufwendungen insgesamt

Die Literatur zur Bedeutung von Wissen beziehungsweise der Wissensbasis ist umfangreich, nur stellvertretend soll auf European Commission (2003), Kok (2004), National Science Board (2004) und National Academies (2005) verwiesen werden. Gängige Theorien zu Wissen beziehen sich auf „*Mode 1*" und „*Mode 2*", „*Triple Helix*", „*Technology Life Cycles*" sowie lineare und nicht-lineare Innovationsmodelle (siehe auch unten Kapitel 2.2.4). Forschung klassifizierten wir als einen Ast von Wissen. Damit wäre eine Annahme, dass wir ein Wachstum der Forschungsaufwendungen erwarten sollten, da Forschung einen wichtigen Input für Wohlstand und die globale Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft liefert. Mit anderen Worten: Die Forschungsintensität, im Sinne quantitativer Forschungsaufwendungen, sollte zunehmen. Forschungsquoten, dargestellt als Forschungsaufwendungen in Prozent des BIP (Bruttoinlandsproduktes), liefern dafür jedoch keinen eindeutigen beziehungsweise keinen trivialen Befund (siehe unten Kapitel 3.2). Dies eröffnete sogar einen Diskurs darüber, wie wichtig Forschung überhaupt für Wirtschaftswachstum sei (European Commission 1995). Da sich aber Forschungsquoten nur sehr bedingt eignen, „Additionalitätseffekte" von Forschung für Wirtschaftswachstum darzustellen, gilt unsere Präferenz, auf Niveaus von realen Forschungsaufwendungen zu fokussieren (siehe dazu die später angestellten Überlegungen in Kapitel 3.2 und 3.3). Niveaus realer Forschungsaufwendungen korrelieren tatsächlich auch eindeutig mit Niveaus des „realen BIP" (siehe Campbell 2004, 87ff., 167f.). Solche Ergebnisse unterstreichen und plausibilisieren, dass damit dem quantitativen Finanzierungsvolumen von (nationaler, national aggregierter) Forschung bereits eine eigene Bedeutung zukommt. Darüber hinaus ist es ferner notwendig, die national aggregierte Forschung nach Finanzierung, Durchführung und „Inhalt" zu differenzieren.

2.2.2 Finanzierung von Forschung durch den Staat beziehungsweise die Wirtschaft

In ihren F&E-Statistiken unterscheidet die OECD zwischen folgenden vier Sektoren: Hochschulsektor (Universitäten), Unternehmenssektor (Wirtschaft), Staat (Regierung, öffentlich) und privat gemeinnützig (PNP) (OECD 1994; 1998). Die Sektoren Staat und PNP zusammen lassen sich als „außeruniversitär" definieren, und in Kombination mit den Universitäten wird damit die maximale Ausdehnung des „akademischen Forschungs-Clusters" beschrieben (Campbell 2003, 99). Ferner differenziert die OECD zwischen der Finanzierung (*financing*) und Durchführung (*performance*) von F&E. Finanzierung heißt, welcher Sektor für F&E zahlt, und Durchführung gibt an, in welchem Sektor die F&E stattfindet. Damit ist auch transsektorale F&E-Finanzierung sowie deren Analyse möglich, wobei transsektorale Finanzierungsvernetzung als ein (empirisches) Maß für Forschungsvernetzung gilt.

Da aus der Betrachtungsperspektive des Wissensstaates natürlich vor allem die öffentliche Forschungsfinanzierung (als ein Instrumentarienset für Forschungspolitik) von Interesse ist, soll auf diese im Folgenden bevorzugt eingegangen werden:

- *Die tendenzielle Verlagerung des Hauptgewichtes von öffentlicher hin zu einer (privat-)wirtschaftlichen Forschungsfinanzierung:* Wird die Entwicklung der USA als Referenzmodell herangezogen, so legt dies das nachfolgend beschriebene Phasenmodell für entwickelte nationale Forschungssysteme nahe. In einer früheren Entwicklungsstufe liegt die öffentliche F&E-Finanzierung häufig vor der privaten Finanzierung seitens der Wirtschaft. In diesem Stadium sollen öffentliche Ressourcen für die Entwicklung eines nationalen F&E-Systems als entscheidend gewertet werden (beispielsweise in den USA überflügelte die F&E-Finanzierung durch die Wirtschaft die öffentliche F&E-Finanzierung erst in der zweiten Hälfte der 1970er Jahre; National Science Board 2004, 0–4).[9] In einer späteren Phase sollte dies aber zu einem *kick-off* privater Wirtschaftsinvestitionen in F&E überleiten. Öffentliche F&E-Finanzierung kann sich dann auf konkretere Ziele konzentrieren, und ist nicht mehr generell für die „Breitband"-Finanzierung von F&E zuständig. Für politische EntscheidungsträgerInnen und Institutionen besteht somit eine gewisse Policy-Notwendigkeit, Strategien dafür zu entwickeln, private F&E-Finanzierung zu motivieren. Frühe öffentliche Finanzierungsinvestitionen in einen Technologiesektor können als Attraktoren für spätere private Nachfinanzierungen dienen (siehe beispielsweise die Diskussion für Deutschland bei Grande/Kaiser 2006 und für Finnland bei Palmberg/Luukkonen 2006).
- *Die öffentliche Finanzierung von universitärer Forschung:* Universitäre Forschung wird primär öffentlich finanziert (siehe dazu die Grundlagenstudie von Irvine et al. 1991 sowie Geuna 1999 und Geuna et al. 2003). Da universitäre Forschung ferner vor allem Grundlagenforschung ist, lässt sich die Eigenrationalität eines nationalen Innovationssystems folgendermaßen definieren beziehungsweise begründen: Öffentliche Finanzierungsressourcen sollen vor allem auch deshalb universitäre Grundlagenforschung unterstützen, weil universitäre Grundlagenforschung das Potenzial aufweist, später in kommerzielle Aktivitäten übersetzt zu werden, die wiederum eine Basis für gesellschaftlichen Wohlstand darstellen. Da Grundlagenforschung natürlich das grundsätzliche Risiko in sich birgt, niemals kommerziell erfolgreich zu sein, kommt öffentlichen Finanzierungsressourcen auch ein „Risiko-Ausgleich" beziehungsweise eine „Risiko-Haftung" zu: Private Firmen, auf sich selbst gestellt, wären bei gewissen Investitionen in Grundlagenforschung deutlich zurückhaltender, womit sich, ohne öffentliche Mittel, das Aktivitätsspektrum einer Gesellschaft im Bereich der Grundlagenforschung wahrscheinlich einengen würde (Tassey 2001). Die Finanzierung und Unterstützung universitärer Grundlagenforschung sollte deshalb als ein wichtiges Policy-Ziel von Regierungen in entwickelten wissensbasierten Gesellschaften und Ökonomien gelten. Der öffentliche Ressourcen-Input in universitäre Forschung (Grundlagenforschung) ist ein wichtiger Beitrag dafür, dass universitäre Forschung stabil expandieren kann (konnte). Zwar wuchs universitäre Forschung historisch betrachtet generell langsamer als Wirtschafts-F&E, unterlag aber gleichzeitig auch weniger Schwankungen. Damit lässt sich die öffentliche Finanzierung von universitärer Forschung als ein anti-zyklischer Steuerungsbeitrag werten.
- *Öffentliche Grundfinanzierung und/oder öffentliche Drittmittelfinanzierung von universitärer Forschung:* Zusätzlich zu der Verhältnisfrage von öffentlich/privat ist die Frage der spezifischen Mechanismen der öffentlichen Finanzierung universitärer Forschung von Relevanz. Konventionell wird zwischen zwei Modi öffentlicher Finanzierung unterschieden: einerseits die öffentliche Grundfinanzierung (auch GUF genannt,

die *general university funds*), bei der es sich um jährlich automatische Transferzahlungen („Input-orientiert") handelt. Andererseits die öffentliche Drittmittelfinanzierung[10], welche über Forschungsprojekte oder Forschungsprogramme erfolgt, und diese gleichsam als (funktionale) Steuerungsinstrumentarien versteht. Es gibt das Argument, dass der öffentlichen Drittmittelfinanzierung universitärer Forschung eine Priorität eingeräumt werden soll, da öffentliche Finanzierungsressourcen, die über Projekte und Programme[11] an die Universitäten verteilt werden, einer Qualitätskontrolle durch ex-ante und/oder ex-post Evaluation unterliegen. Grundfinanzierung ist hingegen – bereits per Definition – keiner ex-ante Evaluation ausgesetzt. Umgekehrt unterstützt die Grundfinanzierung von universitärer Forschung auch *blue sky*-Forschung, das heißt Forschung, die mehr von erkenntnistheoretischer Neugierde und Offenheit des Forschungsprozesses getragen ist. Es stellt sich somit die nicht triviale Frage, ob Grundfinanzierung oder Drittmittelfinanzierung ein höheres Innovationspotenzial induziert. Forschungspolitik steht somit vor der Aufgabe, permanent bestimmen zu müssen, was die Verhältnisse öffentlicher Grundfinanzierung und öffentlicher Drittmittelfinanzierung von universitärer Forschung zueinander sein sollen. Das ist auch mit der Designfrage des institutionellen Rahmenwerkes gekoppelt, da Grundfinanzierung beziehungsweise Drittmittelfinanzierung oftmals über andere Institutionen alloziert werden. Betreffend die Grundfinanzierung muss Politik ferner entscheiden, ob diese eine Verknüpfung mit einem Evaluationssystem universitärer Forschung verlangt. Innerhalb der EU wurden solche Evaluationssysteme des Typs institutioneller ex-post Evaluationen bisher unterschiedlich eingesetzt (Campbell 2003; Geuna/Martin 2003; HEFCs 2005; allgemein siehe auch Rigby 2004).

Bei Forschung im Wirtschaftssektor handelt es sich vor allem um angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung. Das Ausmaß der von der Wirtschaft finanzierten F&E kann dabei als Maß für (1) den Ausprägungsgrad kommerzieller beziehungsweise marktnaher Forschung sowie (2) – im Sinne des postulierten Phasenmodells – als Reifegrad des Entwicklungsstandes eines nationalen (national aggregierten) Forschungssystems gesehen werden. Eine entscheidende Herausforderung für öffentliche Forschungspolitik besteht somit darin, wie sich durch die Policy-Instrumentarien öffentlich finanzierter Forschung beziehungsweise öffentlich finanzierter universitärer Forschung gleichzeitig auch die F&E-Ausgaben der Wirtschaft dynamisch aktivieren lassen. Gelingt dies, ist der Eintritt eines nationalen Forschungssystems in eine höher entwickelte Phase ebenfalls erfolgreich eingeleitet. Dies entbindet freilich nicht von der Herausforderung, dass ein nationales Forschungssystem beziehungsweise die Politik permanent entscheiden müssen, was in jeder konkreten Situation und Phase der „optimale Mix" von öffentlicher und (privat-)wirtschaftlicher Forschungsfinanzierung wäre. Eine rein private Forschungsfinanzierung könnte etwa zur Folge haben, dass ein ausreichender Ressourcenzufluss zu universitärer und/oder Grundlagenforschung nicht mehr gewährleistet wäre.

2.2.3 Durchführung von Forschung durch Universitäten und die Wirtschaft

Es lässt sich (in Fortsetzung von Kapitel 2.2.2) argumentieren, dass der in der Wirtschaft durchgeführten F&E dieselbe Bedeutung wie der von der Wirtschaft finanzierten F&E zukommt: Sie lässt sich als das Ausmaß marktnaher Forschung und als Indikator für den Entwicklungsgrad (*degree of advancement*) eines nationalen (national aggregierten) Forschungssystems interpretieren. Wie der später durchgeführte empirische Vergleich zeigen wird, manifestieren sich die Durchführungsniveaus von F&E in der Wirtschaft immer höher als die Finanzierungsniveaus von F&E. Dies erklärt sich daraus, dass mehr Forschung in der Wirtschaft von „außerhalb" der Wirtschaft querfinanziert wird, als umgekehrt die Wirtschaft ihrerseits auch F&E außerhalb des Wirtschafts-

sektors finanziert. Ein Teil der wirtschaftlichen Forschung wird dabei finanziell vom Staat, der öffentlichen Hand, getragen. Vielfach nicht bekannt ist der Umstand, dass – werden die Niveaus realer Forschungsausgaben herangezogen – der Staat in den USA mehr F&E in der Wirtschaft quer-finanziert als dies etwa (aggregiert) im EU-Raum oder in Japan der Fall ist (Campbell 2004, 75ff., 138). Das Konzept einer reinen Marktwirtschaft trifft damit in einer simplen Leseweise auf die USA nicht zu. Unabhängig davon, dass sich das amerikanische Wirtschaftssystem primär als ein „privates" System charakterisiert – und beispielsweise in dem von der Heritage Foundation (2004) erstellten *Index of Economic Freedom* eine hohe Rankingposition aufweist –, müssen wir für das amerikanische nationale Forschungssystem trotzdem feststellen, dass ein beträchtliches Ausmaß öffentlicher Finanzierungsressourcen in die Privatwirtschaft fließt. Es wäre sicherlich eine interessante Forschungsfrage, den Evaluierungsversuch dafür zu starten, was der Beitrag dieser öffentlichen Finanzierungsressourcen für die Effektivität und/oder Kompetivität der amerikanischen F&E im Wirtschaftssektor ist.

Öffentliche Finanzierung von Forschung im Wirtschaftssektor kann wichtige Additionalitätseffekte bewirken, wenn der öffentliche Finanzierungsinput ein überlegtes Design aufweist: etwa die Unterstützung von Grundlagenforschung in der Wirtschaft beziehungsweise die Förderung der Vernetzung von Wirtschafts-F&E und universitärer Forschung. Im US-Kontext hat die öffentliche Finanzierung von Wirtschafts-F&E häufig militärische Forschungsziele.[12]

Während ein geringerer Teil öffentlicher Forschungsfinanzierung in die Wirtschaft fließt, dient ein wesentlich bedeutsamerer Teil öffentlicher Forschungsfinanzierung der Unterstützung von Forschung, welche die Universitäten durchführen. Der Fokus universitärer Forschung auf Grundlagenforschung rechtfertigt (und verlangt) öffentliches Finanzierungsengagement für die Universitäten. Im Hinblick auf verschiedene Modi und Möglichkeiten öffentlicher Finanzierung von universitärer (Grundlagen-)Forschung haben wir im vorangegangenen Kapitel (2.2.2) bereits unterschiedliche Varianten diskutiert.

2.2.4 Die „inhaltliche" Verteilung von Forschung über Grundlagenforschung, angewandte Forschung und die experimentelle Entwicklung

Die OECD differenziert („inhaltlich" betrachtet) zwischen folgenden Forschungsaktivitäten: Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung, umfassend genannt F&E[13] (OECD 1994).[14] Diese Kategorien helfen, unterschiedliche F&E-Aktivitäten zu typologisieren, die von den Sektoren durchgeführt werden, und eröffnet gleichzeitig eine Diskussionsperspektive über adäquate Finanzierungsmechanismen. Universitäre Forschung ist primär Grundlagenforschung, während es sich bei der Wirtschafts-F&E vor allem um experimentelle Entwicklung, bereits mit der deutlichsten Nähe zur kommerziellen Markteinführung, handelt (für die USA siehe beispielsweise National Science Board 2004, 4ff.). Diese funktionale Arbeitsteilung zwischen universitärer Forschung und Wirtschafts-F&E spiegelt sich auch in den Finanzierungsmechanismen wider: Weil universitäre Forschung primär Grundlagenforschung ist, wird sie primär öffentlich finanziert; und weil Wirtschafts-F&E vor allem angewandte Forschung und noch viel mehr experimentelle Entwicklung darstellt, wird sie vor allem durch den Wirtschaftssektor selbst privat eigenfinanziert. Eine Herausforderung besteht genau darin, zwischen öffentlich finanzierter universitärer Grundlagenforschung und privatwirtschaftlich finanzierten marktnahen F&E-Aktivitäten zahlreiche und nachhaltige Vernetzungen herzustellen. Diese Kluft zwischen der öffentlichen und privaten Logik wird auch als *valley of death* bezeichnet (siehe wiederum Tassey 2001). Vernetzungsanstrengungen zwischen diesen unterschiedlichen Forschungslogiken kommt deshalb eine gewisse Priorität zu. Hier lassen sich wichtige Policy-Empfehlungen vom so genannten *Triple-Helix* Modell herleiten, welches die Wichtigkeit dynamisch permanenter Interaktionen von Staat, *Academia* und Wirtschaft sowie die Notwendigkeit des Aufbaus von *university-industry-government*-Verbünden betont (Etzkowitz/Leydesdorff 2000, 109, 111).

Lineare Innovationsmodelle gehen von einer „zuerst-dann"-Abfolge verschiedener F&E-Aktivitäten aus (siehe etwa Bush 1945): Zuerst gibt es die Grundlagenforschung, häufig in einem universitären Kontext, die dann in angewandte Forschung übersetzt wird, und die wiederum dann in experimentelle Entwicklung, zumeist bereits im Wirtschaftssektor, überführt wird. Beispiele für solch ein Verständnis wären „*Mode 1*" (siehe die Diskussion bei Gibbons et al. 1994; weiterführend auch Nowotny et al. 2003) und das Konzept der *technology life cycles* (Tassey 2001). Dem gegenüber betonen nicht-lineare Innovationsmodelle die „gleichzeitig-gleichzeitig"-Beziehung beziehungsweise „Parallelisierung" (Campbell 2000, 139ff.) verschiedener F&E-Aktivitäten, das heißt, dass sogar Grundlagenforschung und experimentelle Entwicklung (zumindest teilweise) über parallele Forschungsdesigns möglich sind. F&E-Parallelisierung kann dabei im Rahmen der gleichen Organisation oder Institution (Firma, Universität) beziehungsweise durch den Aufbau häufig transsektoraler (und heterogener) Forschungsnetzwerke, die Firmen und Universitäten verbinden, erfolgen.[15]

Vorgebrachte Argumente für nicht-lineare Innovationsmodelle sind: Einerseits der Mehrwert, der durch die Kopplung verschiedener Wissenstypen beziehungsweise von Wissensproduzenten und Wissensnutzern entsteht (Carayannis/Campbell 2006b). Andererseits soll, aufgrund sich reduzierender *research time horizons*, dem Druck begegnet werden, F&E schneller an kommerzielle Markteinführung anzubinden. Gleichzeitig führt (als quasi „paradoxer" Effekt) die Verkürzung der Lebenszyklen für kommerzielle Produkte und Dienstleistungen auch zu einer Aufwertung von Grundlagenforschung. Patentanalysen liefern Belege für eine wachsende Abhängigkeit der Wirtschaft von (universitärer) Grundlagenforschung (Narin et al. 1997). Damit sich Firmen effektiv mit Universitäten vernetzen können, muss es, neben der *entrepreneurial university* (Etzkowitz 2003), auch zur Ausformung des Typs der *academic firm* (Campbell/Güttel 2005, 170ff.) kommen. Die Wissenstheorie des „*Mode 2*" (siehe wiederum Gibbons et al. 1994) beschreibt diese Prozesse sehr treffend.[16]

3. Strukturierung von Forschungsräumen im Vergleich

3.1 Länder-Cluster und analysierter Zeitraum

Um einen Vergleich – eine vergleichende Typologie – entwickelter nationaler Forschungssysteme zur Diskussion stellen zu können, gilt der Fokus der Analyse den Finanzierungs- und Durchführungstrends realer nationaler Forschungsaufwendungen. Dafür werden im Folgenden auch eine eigene Berechnungsmethode vorgeschlagen und deren Ergebnisse diskutiert (siehe Kapitel 3.3). Geographisch beziehungsweise politisch-räumlich konzentriert sich die Analyse auf drei „Cluster": die EU, die USA und Japan. Betreffend die EU bezieht sich die Analyse auf die EU-15, deren Daten zu einem „virtuellen nationalen" EU-Cluster aggregiert werden. Da sich der Begriff „supranational" häufig auf das institutionelle Framework der EU bezieht, ist hier möglicherweise die Beschreibung der EU als „national aggregiert" treffender. Vor dem Hintergrund eines voranschreitenden EU-Integrationsprozesses und dem politisch-programmatischen Ziel der Schaffung eines europäischen Forschungsraums (Edler et al. 2003) erscheint diese EU-Aggregation (für den Zweck einer Analyse) als gerechtfertigt. Zeitdynamisch gesprochen nähert sich mit jedem abgelaufenen Jahr eine „national aggregierte" EU immer näher einer realpolitisch wirklichen Manifestation an. Es soll erwähnt werden, dass auch nationale Werte der USA eindeutig Aggregationen darstellen, und die Forschungsindikatoren einzelner US-Bundesstaaten teilweise erheblich voneinander abweichen (National Science Board 2004, 8–28).[17] Für Japan verwenden wir ferner, für den Zeitraum 1981–1995, immer die von der OECD „adjustierten" Werte.

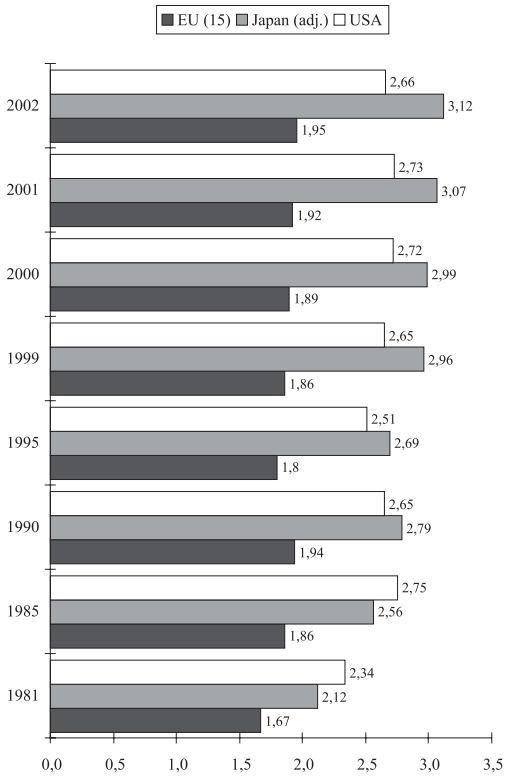
Bei diesen drei abgedeckten Länder-Clustern handelt es sich um die Kerntriade der *advanced knowledge-based economies*. Das zeitliche Datenfenster bezieht sich auf den Zeitraum 1981

bis 2002[18] und lässt damit die Bestimmung von Langzeittrends zu. Die Analyse weist einen explorativen Charakter auf und Ergebnisse sollten als vorläufig verstanden werden.

3.2 Nationale Forschungsquoten

Eine Möglichkeit, die Forschungsintensität einer Gesellschaft und Ökonomie auszudrücken, besteht darin, nationale F&E-Ausgaben in Prozent des BIP (Bruttoinlandsprodukts) darzustellen. Dieser Indikator wird auch als „nationale Forschungsquote“ bezeichnet. Basierend auf dem Jahr 2002 erhalten wir folgendes Ranking (siehe Abb. 1[19] und OECD 2004): Japan 3,12%, USA 2,66% und die EU 1,95%. Im Hinblick auf dieses aktuelle Ranking und den Langzeittrend 1981–2002 lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen: Die USA und Japan liegen in der F&E-Intensität voran, wobei seit Mitte der 1990er Jahre Japan seinen Vorsprung gegenüber den USA ausbauen konnte. Die EU platziert sich hingegen durchgehend deutlich hinter den USA und Japan.

Abb. 1: **Bruttoinlandsausgaben für F&E in % des BIP (nationale Forschungsquoten)**



Quelle: OECD (2004).

Abgesehen von diesen spezifischen Cluster-Rankings lassen sich folgende Trends zur Diskussion stellen: (1) Von den frühen bis späteren 1980er Jahren nahmen die nationalen F&E-Quoten strukturell zu. Während der frühen 1990er Jahre verlangsamte sich jedoch das Wachstum und die nationalen F&E-Quoten stagnierten. Das überrascht, da Konzepte über die wissensbasierte Gesellschaft und Wirtschaft (Gibbons et al. 1994; Etzkowitz/Leydesdorff 2000) die Wichtigkeit von Wissen und Forschung betonen, und damit ansteigende Forschungsquoten erwarten lassen. (2) Während der mittleren 1990er Jahre fielen die Forschungsquoten Japans, der USA und der EU sogar zurück und erreichten erst wieder in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre die Werte der 1980er Jahre. Der Rückgang und teilweise Einbruch des Wachstums der OECD-Ökonomien zu Beginn der 1990er-Jahre übte hier, zeitversetzt, einen dämpfenden Effekt auf die F&E-Quoten aus. Und erst das deutliche Wachstum der OECD-Ökonomien während der späten 1990er Jahre konnte die nationalen Forschungsquoten wieder auf höhere Werte hochschieben.[20] (3) Diese (temporären) Deckelungsphänomene nationaler F&E lassen die Schlussfolgerung zu, dass in Zukunft die Finanzierung von F&E ein wichtiges, gleichzeitig schwieriger zu realisierendes Thema (für die politische Agenda) definieren könnte.

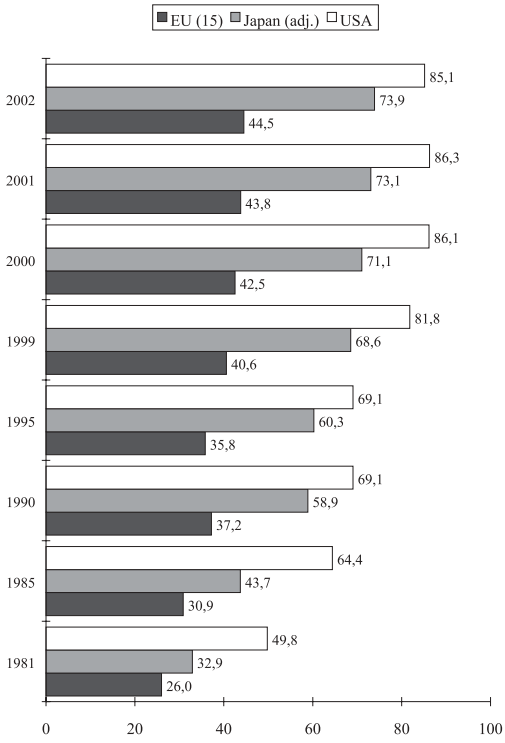
In diesem Zusammenhang muss jedoch betont werden, dass das methodische Design der Definition einer nationalen (beziehungsweise national aggregierten) Forschungsquote impliziert, dass eine „strukturelle“ Bindung von F&E an das BIP (und BIP-Veränderungen) resultiert. Wachsen beispielsweise F&E und BIP, aber das BIP schneller als F&E, dann sinkt die Forschungsquote ab: Da Wissenstheorien (zumindest normativ) üblicherweise von einem Additionalitätseffekt des Wissens ausgehen, sollte das BIP letztlich schneller als F&E wachsen. Ab-

fallende F&E-Quoten könnten aber zu der irrtümlichen Schlussfolgerung verleiten, dass sowohl F&E-Finanzierung als auch die Bedeutung von F&E für wirtschaftliche Leistung abnehmen (siehe dazu die Diskussion bei Campbell 2000). Die folgenden Abschnitte wenden deshalb ein alternatives Berechnungsverfahren für die Intensität von F&E an.

3.3 Reale nationale F&E-Ausgaben

Um Entwicklungen der F&E-Ausgaben unabhängig von BIP-Veränderungen analysieren zu können, erscheint es angebracht, auf „reale" F&E-Ausgaben zu fokussieren und damit den methodisch-traditionellen Bereich der F&E-Quoten zu verlassen.[21] Für die Berechnung realer F&E-Ausgaben wird hier folgende Formel angewendet: F&E-Ausgaben in Millionen Dollar (zu konstanten Preisen und Kaufkraftparitäten von 1995) pro einer Bevölkerung von 100.000 (hunderttausend). Eine Bevölkerungsreferenz ist notwendig, um standardisierte Vergleiche von F&E-Intensitäten in verschiedenen Ländern oder Länder-Clustern zu ermöglichen. F&E-Ausgaben werden damit im Sinne von „Niveaus" (*levels*) dargestellt. Damit lassen sich grundsätzlich auch die möglichen Additionalitätseffekte von Wissen – Wissenswachstum gekoppelt an ein höheres BIP-Wachstum – darstellen. Basierend auf diesen neuen „Real"-Indikatoren erhalten wir für 2002 folgende Werte und Rankingergebnisse (siehe Abb. 2): USA 85,1; Japan 73,9; und die EU 44,5.

Abb. 2: **Reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



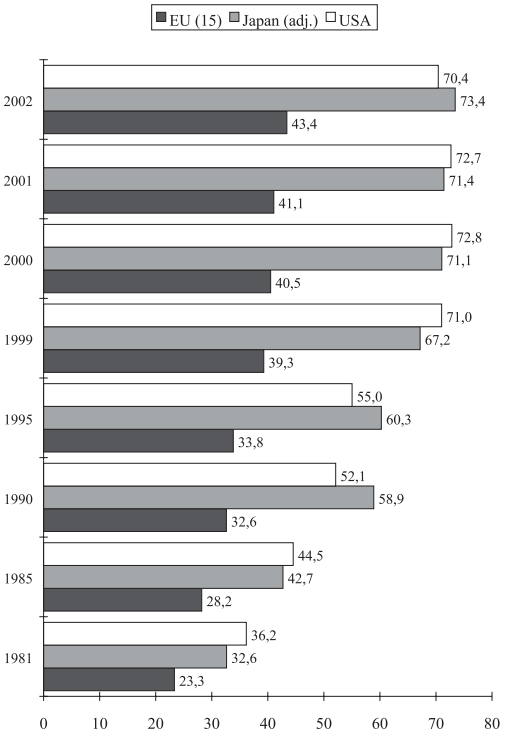
Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

Ein Vergleich mit den nationalen F&E-Quoten macht deutlich, dass sich die realen nationalen F&E-Indikatoren doch anders verhalten. Dazu lassen sich kurz folgende Thesen diskutieren: (1) Über den gesamten Zeitraum 1981–2002 betrachtet, manifestiert sich in den realen F&E-Ausgaben eindeutig ein Wachstum. Während der ersten Hälfte der 1990er Jahre gibt es zwar einen gewissen Einbruch, aber das Niveau der späten 1990er Jahre platziert sich wiederum eindeutig höher als zuvor. Reale F&E-Ausgaben verhalten sich somit in größerer Übereinstimmung mit unseren theoretischen Erwartungen an wissensbasierte Gesellschaften und Ökonomien. (2) Die USA positionieren sich durchgehend auf der ersten Rankingplatzierung. Japan näherte sich dem zu Mitte der 1990er Jahre an, danach vergrößerte sich jedoch wiederum der Abstand zugunsten der USA. Für Erklärungsversuche des kräftigen Wachstums der US-Wirtschaft während der zweiten Hälfte der 1990er Jahre stellt sich somit die Frage, welchen Beitrag dafür die amerikanische F&E lieferte? (3) Die aggregierte F&E der EU weist komparativ die niedrigste Intensität auf, und belegt eine Rankingplatzierung deutlich hinter den USA und Japan.

2001 bezifferten sich die militärischen F&E-Ausgaben, als Prozentsatz der gesamten öffentlichen F&E-Ausgaben, für den EU-Raum auf 15,4% und für Japan auf 4,3%. Der amerikanische Referenzwert betrug jedoch 50,5% und steigerte sich bis 2004 auf 55,1% (OECD 2004,

Indikator 60). Damit haben gegenwärtig in den USA mehr als die Hälfte aller öffentlichen F&E-Aufwendungen eine militärische Orientierung. Unter Bill Clinton fiel die militärische F&E auf immerhin 51,6% (2000)[22] der öffentlichen Forschungsausgaben, aber seit dem Amtsantritt von George W. Bush erlebt die öffentlich finanzierte militärische F&E wiederum einen deutlichen Aufschwung. Es ist interessant zu untersuchen, wie sich das auf die nationalen F&E-Aufwendungen auswirkt. In Abb. 3 werden deshalb nur die zivilen realen nationalen F&E-Aufwendungen (wiederum in Millionen Dollar zu konstanten Preisen und Kaufkraftparitäten von 1995, pro hunderttausend EinwohnerInnen) dargestellt. Folgende Thesen lassen sich diskutieren: (1) Das Gesamtbild verhält sich recht ähnlich zu den gesamten (zivilen plus militärischen) nationalen F&E-Aufwendungen, das heißt, nach einem gewissen Einbruch, zu Mitte der 1990er Jahre, platzieren sich zum Ende der 1990er Jahre auch die zivilen realen nationalen F&E-Aufwendungen deutlich höher als zu Beginn der 1980er Jahre. Wissenstheoretische Erwartungen werden damit auch seitens der „zivilen" realen nationalen F&E-Ausgaben bestätigt. (2) Im Gegensatz zu den USA und Japan lässt sich bei der EU zu Mitte der 1990er Jahre fast kein Einbruch feststellen. Trotzdem positioniert sich die EU eindeutig abgeschlagen hinter den USA und Japan. Über den gesamten Zeitraum 1981 bis 2002 liegt Japan meistens vor den USA, wenn oft auch nur knapp. (3) Der Rückstand der zivilen realen nationalen F&E-Aufwendungen der EU zu den USA und Japan ist (noch immer) massiv. 2002 bezifferte sich der EU-Wert nur auf 61,6% des US-Niveaus und 59,1% des japanischen Niveaus.

Abb. 3: **Zivile reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



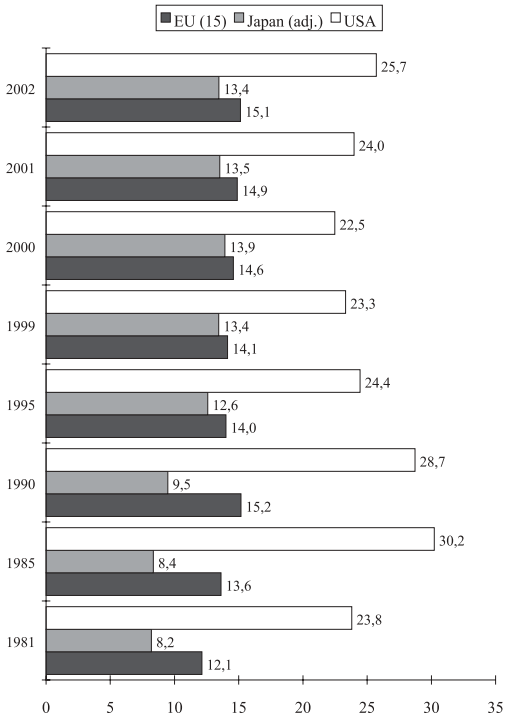
Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

3.4 Finanzierung der realen nationalen F&E-Ausgaben

2002 entfallen auf Staat und Wirtschaft folgende Finanzierungsanteile an den realen nationalen F&E-Ausgaben (vergleiche die Abbildungen 2, 4 und 5): EU: Staat 33,9%, Wirtschaft 56,2%; USA: Staat 30,2%, Wirtschaft 64,4%; Japan: Staat 18,1%, Wirtschaft 73,9%.[23]

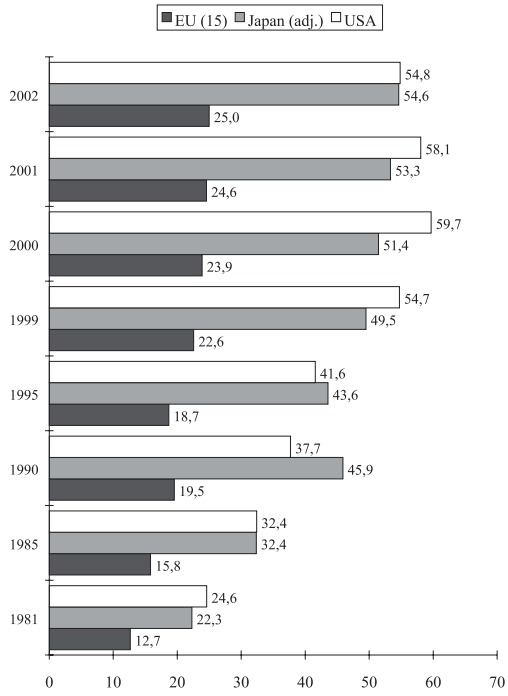
Werden die Finanzierungsniveaus nationaler (national aggregierter) F&E durch Staat und Wirtschaft in der EU, den USA und Japan miteinander verglichen, zeigen sich folgende Trends (siehe die Abb. 4 und 5): (1) 2002 manifestiert sich folgendes Ranking für F&E-Finanzierung seitens der Wirtschaft: zuerst die USA, danach Japan, und an dritter Stelle die EU. Während die USA und Japan recht nahe beieinander liegen, ist der Abstand zur EU bereits beträchtlich. Das EU-Niveau beträgt weniger als die Hälfte des US-Niveaus. Während der frühen 1990er Jahre lag Japan sogar vor den USA, in der zweiten Hälfte der 1990er Jahre überholten die USA jedoch Japan. Dabei übten Japans ökonomische Probleme während der 1990er Jahre eine dämpfende Wirkung auf die Wirtschaftsfinanzierung von F&E aus. (2) Für die öffentliche Finanzierung von F&E erhalten wir für 2002 folgendes Ranking: Die

Abb. 4: **Vom Staat finanzierte reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

Abb. 5: **Von der Wirtschaft finanzierte reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

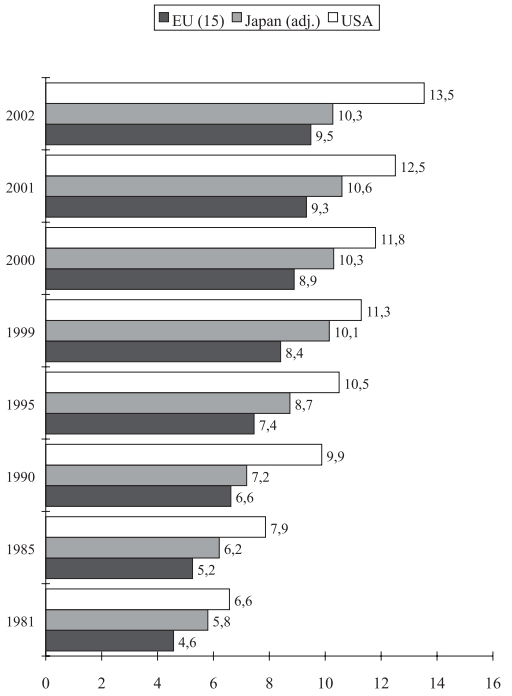
USA platziert sich an erster Stelle, danach folgen die EU und Japan. Hier ist die Lücke zwischen einerseits den USA und andererseits der EU (und Japan) nicht derart groß, mit recht ähnlichen Platzierungen für die EU und Japan. Nach einem Höchststand im Jahr 1987 fällt danach das Niveau öffentlicher F&E-Finanzierung in den USA kontinuierlich ab, wobei es 2001 und 2002 wiederum leicht ansteigt.

3.5 Durchführung durch Universitäten versus Wirtschaft

2002 entfallen auf Universitäten (Hochschulsektor) und Wirtschaft folgende Durchführungsanteile an den realen nationalen F&E-Ausgaben[24] (vergleiche die Abb. 2, 6 und 7): EU: Universitäten 21,3%, Wirtschaft 64,7%; USA: Universitäten 15,9%, Wirtschaft 70,3%; Japan: Universitäten 13,9%, Wirtschaft 74,4%.

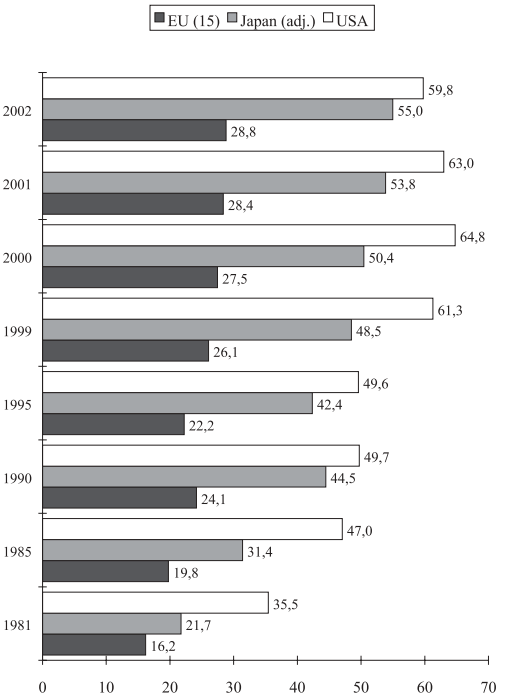
Für den Zeitraum 1981 bis 2002 lassen sich im Hinblick auf die Durchführung von F&E folgende Trends zur Diskussion stellen: (1) Überall kann die Wirtschaft als der wichtigste Durchführungssektor gelten. In absoluten (realen) Zahlen expandierte die F&E-Durchführung in der Wirtschaft markant deutlicher als im Hochschulsektor. Gleichzeitig kann die These aufgestellt werden, dass in Ländern mit höheren F&E-Niveaus auch der prozentuelle F&E-Durchführungsanteil der Wirtschaft an der nationalen F&E strukturell zunimmt. Dies leitet zu der Schlussfolgerung über, dass das Wachstum nationaler F&E vor allem durch das Wachstum der Wirtschafts-F&E determiniert wird.

Abb. 6: **Im Hochschulsektor durchgeführte reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

Abb. 7: **In der Wirtschaft durchgeführte reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen**



Quelle: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004).

(2) Die Entwicklung der Wirtschafts-F&E weist ein zyklisches Muster auf, das heißt, sie fluktuiert, mit einem Abfall und Rückgang während der ersten Hälfte der 1990er Jahre und einem neuen Wachstumsmoment während der späteren 1990er Jahre. Zwischen den Zyklen der Wirtschafts-F&E und den makroökonomischen Wachstumszyklen lassen sich somit gewisse „Korrelationsphänomene“ feststellen (ohne jetzt im Detail auf die Kausalitätsfrage einzugehen). (3) Im Gegensatz dazu expandierte während des Zeitraums 1981 bis 2002 die universitäre Forschung langsamer als die Wirtschafts-F&E, jedoch weist die universitäre Forschung ein stabileres Wachstumsmuster auf. Damit fluktuiert universitäre Forschung weniger als die Wirtschafts-F&E und liefert so etwas wie Stabilitätselemente für ein nationales Innovationssystem.

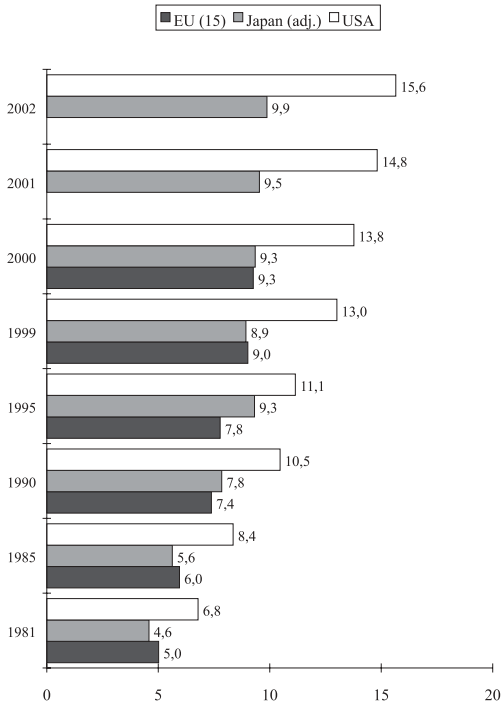
Der direkte Vergleich der F&E-Durchführungsniveaus von Wirtschafts-F&E und universitärer Forschung in der EU, den USA und Japan zeigt auf: (1) Sowohl für die Wirtschafts-F&E als auch die universitäre Forschung gibt es, über den gesamten Zeitraum 1981 bis 2002, ein durchgehend stabiles Durchführungsranking: Die USA platziert sich zuerst, danach folgt Japan, und an dritter Stelle positioniert sich die EU.[25] (2) Betreffend die Durchführung von Wirtschafts-F&E platziert sich Japan nur knapp hinter den USA. Hingegen belegt die EU nur eine abgeschlagene und „schwache“ dritte Position. (3) Bei der Durchführung universitärer Forschung liegen alle drei Länder-Cluster näher beieinander, das heißt, die Lücke zwischen den erstgereihten USA und der drittgereihten EU fällt nicht derart markant aus. (4) Die allgemeine nationale F&E-Durchführungs-Lücke der EU ist somit mehr eine Durchführungs-Lücke der Wirtschaft, und weniger eine der Universitäten.

3.6 Grundlagenforschung, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung

1981 beziehungsweise 2002[26] entfallen auf die Grundlagenforschung, angewandte Forschung sowie experimentelle Entwicklung folgende Prozentanteile an den realen nationalen F&E-Ausgaben (vergleiche die Abb. 2, 8, 9 und 10): EU: 1981: Grundlagenforschung 19,2%, angewandte Forschung 35% und experimentelle Entwicklung 45,8%; 2000: Grundlagenforschung 21,9%, angewandte Forschung 34,4% und experimentelle Entwicklung 43,8%; USA: 1981: Grundlagenforschung 13,7%, angewandte Forschung 22,7% und experimentelle Entwicklung 63,7%; 2002: Grundlagenforschung 18,3%, angewandte Forschung 23,7% und experimentelle Entwicklung 57,9%; Japan: 1981: Grundlagenforschung 14%, angewandte Forschung 25,8% und experimentelle Entwicklung 60,5%; 2002: Grundlagenforschung 13,4%, angewandte Forschung 22,2% und experimentelle Entwicklung 64,4%.[27]

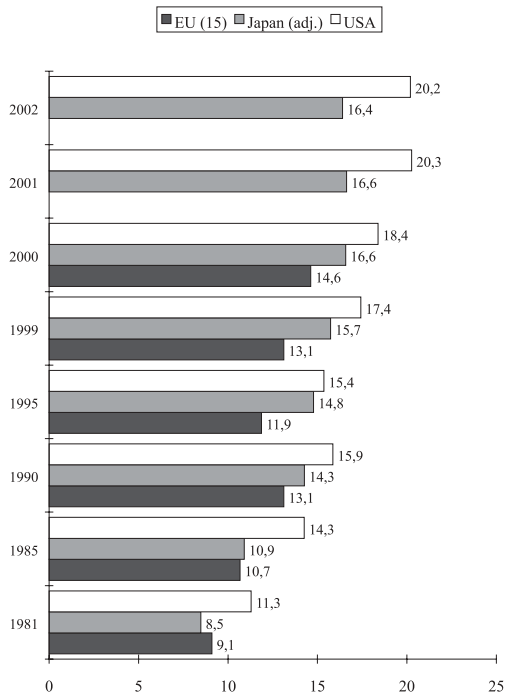
Basierend auf den hier dargestellten Langzeittrends lassen sich folgende Schlussfolgerungen beziehungsweise Thesen zur Diskussion stellen: (1) 2000/2002 gibt es in allen drei beschriebenen Länder-Clustern folgendes Ranking für das quantitative Volumen von F&E: An erster Stelle platziert sich experimentelle Entwicklung, danach kommt angewandte Forschung, und an dritter Stelle positioniert sich die Grundlagenforschung. Das deckt sich auch mit dem Umstand, dass 2000/2002 der Wirtschaftssektor eindeutig das höchste Durchführungsniveau mobilisierte. Da Wirtschafts-F&E vor allem auf experimentelle Entwicklung fokussiert, reprä-

Abb. 8: **Reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen für Grundlagenforschung**



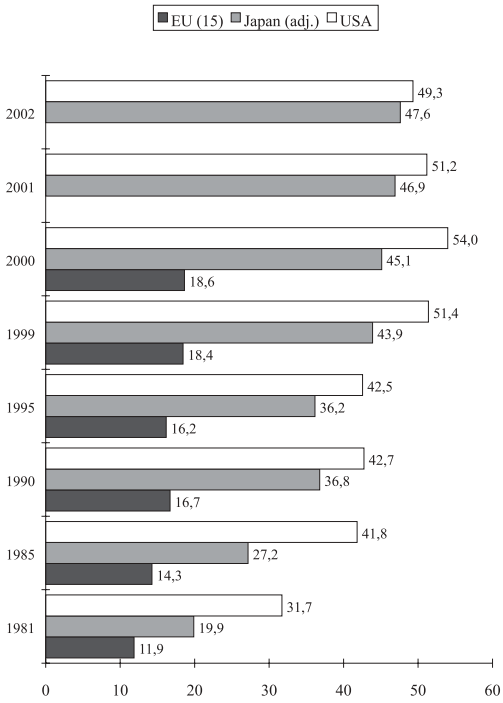
Quellen: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004) und Campbell (2004).

Abb. 9: **Reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen für angewandte Forschung**



Quellen: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004) und Campbell (2004).

Abb. 10: **Reale nationale F&E-Aufwendungen (Mill. Dollar, konstante Preise und Kaufkraftparitäten von 1995) pro 100.000 EinwohnerInnen für experimentelle Entwicklung**



Quellen: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004) und Campbell (2004).

sentiert die hohe Rankingplatzierung von experimenteller Entwicklung auch ein Ergebnis dieser Konstellation. (2) Vor allem aber die Trends in den USA und der EU sind interessant, wenn die Analyse auf Prozentanteile Bezug nimmt: In den USA und der EU entwickelten sich die Anteile der experimentellen Entwicklung und angewandten Forschung rückläufig, während die Anteile für Grundlagenforschung zunahmen, obwohl die Wirtschafts-F&E der am schnellsten wachsende Durchführungssektor ist. In Japan nahmen hingegen die Anteile der experimentellen Entwicklung zu und fielen die Anteile für Grundlagenforschung und angewandte Forschung zurück: Jedoch verringerte sich der Abstand zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung (relativ gesprochen), da der Anteil der angewandten Forschung noch deutlicher absank. Für weiterführende forschungspolitische Diskurse sind natürlich die Trends in den USA und der EU von großem Interesse, vor allem auch deshalb, weil dem amerikanischen Innovationssystem manchmal eine *lead position* zugeschrieben wird. Zukünftige Implikationen für entwickelte Innovationssysteme könnten deshalb sein: Direkteren Vernetzungen von universitärer Grundlagenforschung und experimenteller Entwicklung der Wirtschafts-F&E kommt eine größere Bedeutung zu. Intermediäre Forschungsaktivitäten und Institutionen (Organisationen), die sich „zwischen“ Grundlagenforschung und experimenteller Entwicklung platzieren, geraten unter einen doppelten Druck. Zusätzlich gibt es Tendenzen, dass Teilbereiche der außeruniversitären (*university-related*) Forschung in den Hochschulsektor integriert werden (Campbell/Güttel 2005).[28] (3) Das alles sind Belege dafür, dass sich keine Anzeichen für einen Niedergang der Bedeutung universitärer Forschung konstatieren lassen. Wachstumsmöglichkeiten für Wirtschafts-F&E hängen entscheidend von der Performanz universitärer Forschung und den Zugangsmöglichkeiten zu universitärer Forschung ab (national, aber auch im Kontext der Globalisierung). Es lässt sich eine Relevanzzunahme von Forschungsnetzwerken behaupten, die verschiedene Bereiche von universitärer und Wirtschafts-F&E miteinander verknüpfen. Das definiert ein weiteres wichtiges Ziel für öffentliche F&E-Policy: Unterstützung der Implementierung und Weiterentwicklung von „University/Business“-Forschungsnetzwerken. Für Universitäten eröffnet das Zugangsmöglichkeiten zu privatwirtschaftlichen Finanzierungsressourcen, und für die Wirtschaft ergeben sich Zugangsmöglichkeiten zu Grundlagenforschung von hoher Qualität. Ein Qualitätsmerkmal universitärer Grundlagenforschung besteht unter anderem darin, dass sich damit der voranschreitenden „Kurzlebigkeit“ von Produkt- und Dienstleistungszyklen (aber auch von Technologiezyklen) wirksam entgegen arbeiten lässt. Kooperationen mit Universitäten verlängern somit auch den Zeithorizont und die strategische Reichweite von Wirtschafts-F&E.

4. Schluss: Herausforderungen und Entwicklungsoptionen von Forschungssystemen im Vergleich

Abgeleitet von den verwendeten Indikatoren über die Niveaus der realen nationalen F&E-Aufwendungen, dargestellt als Durchschnittswerte für den Zeitraum 1981–2002, können vergleichende Thesen zu einer Typologie der nationalen Forschungssysteme der EU[29], der USA und Japans entwickelt werden (siehe Abb. 11). Zusammen fassend lassen sich folgende komparativen Stärken und Schwächen der verschiedenen nationalen (national aggregierten) Forschungssysteme zur Diskussion stellen, wobei der EU-Typ eingehender besprochen wird.

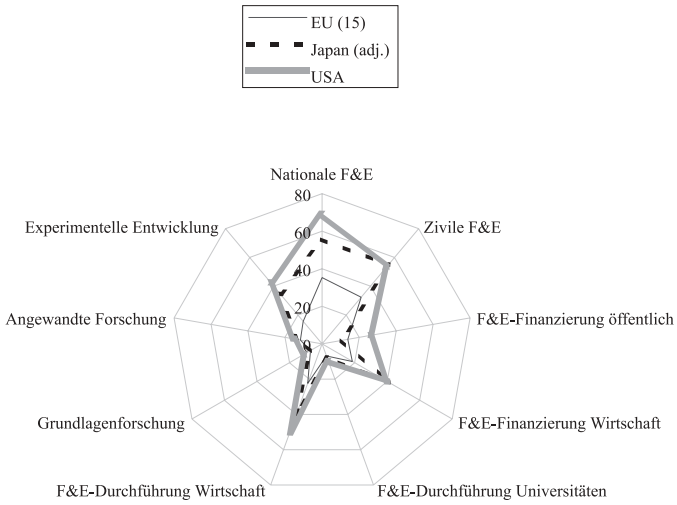
4.1 Komparative Stärken/Schwächen des USA-Typs

In allen untersuchten Dimensionen liegen die USA bei den F&E-Niveaus kompetitiv, und damit recht stark. Dies gilt sowohl für die Dimensionen öffentlich-Grundlagenforschung (Abb. 4, 6 und 8) als auch privat-Wirtschaft (Abb. 5, 7, 9 und 10). Wobei die USA bei den Niveaus der Wirtschafts-F&E seitens der Japaner unter Druck kommen. Fragen der Effizienz[30] sowie Effektivität[31] von F&E dürften zukünftig für die USA eine besondere Rolle spielen. Die beträchtlichen militärischen F&E-Aufwendungen können möglicherweise einige der Nicht-Top-Effizienzleistungen (im Vergleich mit der EU und Japan) erklären. Für die USA besteht eine der Herausforderungen deshalb genau darin, aus dem Bereich militärischer F&E positive *spill over*-Effekte für die allgemeine Wissensproduktion zu generieren. Eine besondere Stärke des USA-Typs manifestiert sich darin, gleichzeitig die Strategien von *science push*[32] und *market pull*[33] ausspielen zu können (allgemein dazu siehe ferner Zedtwitz/Gassmann 2002).

4.2 Komparative Stärken/Schwächen des Japan-Typs

Bei den Niveaus der Wirtschafts-F&E belegt Japan eine starke Platzierung (Abb. 5, 7, 9 und 10). Ferner weist Japan im Bereich „tria-

Abb. 11: **Typologische Kontrastprofile für F&E: EU im Vergleich mit Japan und den USA.**



Rechenmodus: Durchschnittswerte für die realen nationalen F&E-Aufwendungen (1981-2002): Millionen Dollar in konstanten Preisen und Kaufkraftparitäten von 1995 pro 100.000 EinwohnerInnen.

Quellen: Eigene Berechnungen basierend auf OECD (2004) und Abb. 2 bis 10.

discher“ Patente die höchste Patenteffizienz auf – wenn verglichen mit der EU und den USA (Campbell 2006, 88).[34] Relativ schwächer positioniert sich Japan in den Domänen öffentlicher F&E und universitärer Grundlagenforschung (Abb. 4, 6 und 8). Japans Wirtschafts-F&E muss somit eventuell verstärkt auf Wirtschafts-*Technologie* setzen beziehungsweise sich global mit (nicht-japanischer) universitärer Grundlagenforschung vernetzen. Als Folge von Pfadabhängigkeitsstrukturen[35] entstehen dem nationalen Innovationssystem Japans gewisse Barrieren in Technologiesektoren vorzudringen, die in einem höherem Ausmaß von universitärer Grundlagenforschung abhängig sind (wie Bio-Tech). Die Rolle der *domestic university base* für Japans Innovationssystem verlangt damit eine verstärkte Aufmerksamkeit und eventuell auch eine entschiedenere öffentliche Forschungsförderung.

4.3 Komparative Stärken/Schwächen des EU-Typs

Bei den Niveaus der öffentlichen F&E-Finanzierung, den Durchführungsniveaus universitärer Forschung sowie der Grundlagen- und angewandten Forschung platziert sich die EU relativ kompetitiv (Abb. 4, 6, 8 und 9). Hingegen liegt die EU bei der nationalen F&E, Wirtschafts-F&E sowie der experimentellen Entwicklung abgeschlagen zurück (Abb. 2, 5 und 10). Zentrale Strukturprobleme für den europäischen Forschungsraum sind somit die geringeren nationalen F&E-Aufwendungen sowie das niedrigere Profil der Wirtschafts-F&E. Im Sinne des besprochenen Phasenmodells (Kapitel 2.2) von nationalen Forschungssystemen hieße das, dass der Grad des *advancement* des EU-Forschungsraums als nicht zufriedenstellend bewertet werden sollte beziehungsweise hier, im Vergleich mit den USA und Japan, noch ein deutlicher Bedarf für einen Nachholprozess besteht. Umgekehrt können *academic research excellence* und *science push* für den EU-Raum wichtige Impulse liefern. So etwa weist die EU im Bereich der Bibliometrie eine höhere Publikationseffizienz wissenschaftlicher Artikel in internationalen Fachjournalen auf als die USA (Campbell 2006, 84). Eine optimalere Vernetzung von universitärer Forschung und Wirtschafts-F&E[36] könnte – im Rahmen eines positiven Szenarios – allgemein eine Stimulierung und Ankurbelung von privatwirtschaftlichen F&E-Aufwendungen nach sich ziehen. Damit wäre in Europa die universitäre Forschung einer der möglichen Schlüssel für ein *unlocking* der (nationalen, national aggregierten) Forschungssysteme.

In der so genannten Lissabon-Strategie stellte sich der EU-Raum das ehrgeizige Ziel, bis 2010 zum „wettbewerbsfähigsten und dynamischten wissensbasierten Wirtschaftsraum in der Welt“ zu werden. Dazu gehören auch kompetitiv hohe F&E-Aufwendungen (Kok 2004, 6, 9, 13, 22). Da davon ausgegangen werden muss, dass die USA und Japan ebenfalls in den kommenden Jahren weiterhin pro-aktiv ihre F&E-Strategien umsetzen, bleibt somit abzuwarten, wie realistisch diese EU-Ziele sind.

Der Wissensstaat beziehungsweise die Wissensstaaten der EU stehen vor entscheidenden Herausforderungen. Die Niveaus öffentlicher F&E-Finanzierung und universitärer Forschung erscheinen relativ kompetitiv, die Niveaus europäischer Wirtschafts-F&E positionieren sich hingegen abgeschlagen. Eine besondere EU-Herausforderung lautet somit: Wie lässt sich über den Hebel öffentlicher F&E-Politik (und andere flankierende Politikmaßnahmen) die privatwirtschaftliche F&E ankurbeln? Eine Konsequenz für den EU-Raum wäre, gezielter die Stärken der universitären Grundlagenforschung als ein *asset* einzusetzen. Universitäre Forschung fungiert auch als Attraktor für internationale Konzerne.[37] Dem Wechselspiel von *academic centers of excellence* und *lead markets*[38] (Gerybadze/Reger 1999, 261, 263ff.; siehe ferner Zedtwitz/Heimann 2006) fällt eine entscheidende Bedeutung zu, und ein entwickeltes nationales beziehungsweise Mehrebenen-Innovationssystem öffnet und vernetzt, beispielsweise durch Verwendung von F&E-Policy, die Wissensbasis mit der Gesellschaft und Wirtschaft. Flankierende Politikmaßnahmen für Wirtschafts-F&E können im EU-Raum ferner sein: F&E-freundlichere Stiftungsregelungen,

steuerliche Absetzbarkeit von F&E-Aufwendungen, ein konsequenterer Aufbau von Kapitalmärkten für F&E-Finanzierung, Unterstützungen für das Rollenbild des *knowledge entrepreneurs* sowie allgemein die Förderung vom mehr Wettbewerb in der Wirtschaft. Ferner muss sich der europäische Wissensstaat (auf nationaler und supranationaler Ebene) auch konsequenter damit auseinander setzen, ob budgetär den öffentlichen F&E-Ausgaben bereits genügend Priorität eingeräumt wurde. Die primäre Relevanz von F&E-Policy bleibt damit weiterhin aufrecht und wird in Zukunft, in Kombination mit Innovations-Policy, sogar an Bedeutung gewinnen. Für die EU-Kommission und die nationalen Regierungen der EU-Mitgliedsländer besteht ein nachhaltiger Handlungsbedarf.[39]

4.4 Ähnlichkeit/Unterschiedlichkeit der verschiedenen nationalen Forschungssystem- Typen

Die graphische Visualisierung in Abbildung 11 lässt konkurrierende Interpretationen zu (auf diesem höchsten Aggregationsniveau). Einerseits kann die typologische Unterschiedlichkeit betont werden, mit Konsequenzen für die einzelnen Länder-Cluster für ihre anzuwendenden Strategien im Hinblick auf Forschungspolitik. Wie sehr ein nationales Forschungssystem etwa *science push* und/oder *market pull* – beziehungsweise verschiedene Technologiesektoren, mit abweichenden Abhängigkeiten von *science push* und *market pull* – betont, ermöglicht beträchtliche Variationsmuster. Andererseits kann genauso die Frage aufgeworfen werden, ob das „Grundmuster“ (die Grundmuster) ähnlich ist (sind), und sich nur durch den Ausprägungsgrad der Niveauhöhe unterscheiden? Im Sinne von *Pfadabhängigkeit* könnte das bedeuten, dass entwickelte Forschungssystemen nur begrenzte (beziehungsweise nicht unbegrenzte) Optionen für weitere Entwicklungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen. Beispielsweise lässt sich die These anführen, dass es wenig Alternativen dazu gibt, dass der langfristig primäre Finanzierungsmodus eines entwickelten Forschungssystems privat (und nur sekundär öffentlich) ist. In Variation dazu könnte eine weitere Interpretation lauten: Der Wechsel von einem zu einem anderen Typs eines nationalen Forschungssystems („*glocal*“ eingebettet) ist für ein Land (einen Länder-Cluster) nicht trivial und verlangt eventuell einen *evolutionary process*[40] und nachhaltig angelegte Policy-Strategien. Ferner ist ein solcher mit Risken wie auch Chancen verbunden. Wie eng oder weit das Spektrum möglicher Pfade bewertet wird, spiegelt gleichzeitig auch das Spektrum von F&E-Strategiemaßnahmen und F&E-Policies wider, die realistisch sind, um die Entwicklungspotenziale nationaler Forschungssysteme durch geeignete Entwicklungsoptionen zukunftsorientiert umsetzen zu können.

ANMERKUNGEN

1 Der Artikel beruht auf Vorarbeiten im Rahmen eines Forschungsprojekts, welches vom Jubiläumsfonds der Oesterreichischen Nationalbank finanziert wurde (Projekt Nr. 10076). Ferner soll dem/der anonymen GutachterIn für Anmerkungen und hilfreiche Kommentare sowie Christian Schaller für sprachliches Lektorieren gedankt werden.

2 Die Begriffe „Wissensstaat“ beziehungsweise „*knowledge state*“ wurden originär für diesen Artikel entwickelt, wobei nicht ausgeschlossen werden kann, dass bereits früher auch andere AutorInnen diese Begriffe verwendeten.

3 Siehe dazu beispielsweise die Diskussion in Campbell/Schaller (2002, 34).

4 Für Diskussionen zu den Herausforderungen der „politischen Steuerung“ siehe beispielsweise Willke (1989; 1997), Kuhlmann (1998) und Campbell (2001).

5 Die Bezüge von wissensbasierter Gesellschaft, wissensbasierter Wirtschaft und wissensbasierter Demokratie lassen sich auch als teilweise überlappend (und nicht nur in scharfer analytischer Abgrenzung) denken. Genauere Ausführungen lässt der Kontext dieses Artikels jetzt nicht zu.

6 Dies soll jedoch nicht die Möglichkeit noch anderer Wissens-Achsen ausschließen.

7 Umgangssprachlich wird häufig von „Forschung“ gesprochen, der Fachausdruck lautet „F&E“: Forschung und experimentelle Entwicklung.

8 Viele der hier dargestellten Überlegungen (Kapitel 2.2.1 bis 2.2.4) basieren auf zur Diskussion gestellten Thesen des Autors, sodass nur punktuell weiter führende Literaturverweise erfolgen können.

9 Diese Beobachtung ist vor allem auch für Entwicklungsstrategien so genannter Schwellenländer (NICs) interessant.

10 Für die Drittmittelfinanzierung gibt es im Englischen den Fachausdruck des P&P (*projects and programs-based*) (Campbell 2003, 103).
11 Programme sind stärker „aggregiert“ und können sich aus mehreren (einzelnen) Projekten zusammensetzen.
12 Traditionell wurde Europas polit-ökonomisches System mit den Merkmalen eines *Welfare Keynesianism* erklärt (Sodaro 2004, 306). Für die USA lässt sich umgekehrt die provokante Frage aufwerfen, ob sich für die USA auch (eingeschränkte) Elemente eines *Defense Keynesianism* feststellen lassen?
13 Im „F&E“-Begriffsbild bezieht sich „F“ auf Grundlagenforschung und angewandte Forschung und das „E“ auf experimentelle Entwicklung.
14 Im Englischen lauten die Begriffe für diese verschiedenen *R&D activities: basic research, applied research* und *experimental development*.
15 Für eine interessante Fallstudie zum Cluster Wien siehe beispielsweise Rohn (2000).
16 Vergleiche dazu auch die Konzeption von *Science One* und *Science Two* bei Umpleby (2002).
17 Es entspricht manchmal einer übertriebenen kontinentaleuropäischen Simplifizierung, den EU-Raum bevorzugt als heterogen und die USA als homogen anzusehen.
18 Dieser Zeitraum rechtfertigt nochmals den Bezug zur EU-15, da die EU-25 erst seit 2004 besteht.
19 Aus Gründen graphischer Vereinfachung werden in den Abbildungen 1–10 nur folgende Jahre abgebildet: 1981, 1985, 1990, 1995 und 1999–2002. Für die Analyse sowie Abbildung 11 wurde jedoch jährlich durchgehend auf den gesamten Zeitraum 1981–2002 Bezug genommen.
20 Am deutlichsten wuchs die Forschungsquote Japans, das Wachstum der Forschungsquote der EU fiel hingegen am geringsten aus.
21 Das mag als „kontra-intuitiv“ erscheinen, da unter öffentlichen EntscheidungsträgerInnen, aber auch der *academic community*, die Indikatoren zu Forschungsquoten eine gewisse Popularität erreichten.
22 Der niedrigste Wert war 2001 mit 50,5%.
23 Differenzen auf 100% entfallen auf Finanzierung durch PNP und das Ausland.
24 Eine Begründung dafür, die F&E-Durchführungsanalyse auf die Sektoren Hochschulen und Wirtschaft zu fokussieren, besteht darin, dass im OECD-Vergleich der Durchführungsanteil der Hochschulen meist höher als der aggregiert-kombinierte Durchführungsanteil der Sektoren „Staat“ und PNP ausfällt: Dies gilt beispielsweise für die EU-15, die USA, Canada und Australien, nicht jedoch für Japan. Hingegen bei der Finanzierung von F&E sind immer Wirtschaft und Staat die wichtigsten Finanzierungssektoren.
25 An dieser Stelle soll nochmals erinnert werden, dass, bezogen auf den Indikator der Finanzierung von F&E durch die Wirtschaft, es Jahre gibt, in denen Japan vor den USA liegt. Damit ist die Beobachtung bemerkenswert, dass sich bei der Wirtschaftsdurchführung von F&E die USA immer vor Japan platzieren (vergleiche nochmals die Abbildungen 5 und 7). Es lässt sich schlussfolgern, dass in den USA die Wirtschafts-F&E stärker von anderen Sektoren quer-finanziert wird.
26 Für die EU wird 2000 als das zweite Referenzjahr herangezogen (wegen der gegebenen Datenlage).
27 Differenzen auf 100% ergeben sich wegen Rundung auf eine Kommastelle.
28 Die These ist, dass das Anforderungskriterium von akademischer Exzellenz ebenfalls für (Teil-)Segmente der außeruniversitären Forschung zunehmend zutrifft. Im zitierten Artikel (Campbell/Güttel 2005, 175) wird ebenfalls die These einer partiellen „Verwissenschaftlichung“ unternehmerischer F&E aufgestellt und in ihren Konsequenzen diskutiert.
29 Nochmals: Im Rahmen dieses Artikels wurde die EU als ein „aggregierter nationaler Forschungs-Cluster“ interpretiert, ausgelegt auf einen Vergleich mit den USA und Japan. Es lassen sich Argumente für beziehungsweise gegen eine solche Vorgangsweise vorbringen.
30 Effizienz ist die Gegenüberstellung von Forschungs-Input und Forschungs-Output.
31 Effektivität ließe sich hier als eine längerfristige und nachhaltige Zielerreichung verstehen.
32 *Science push* geht davon aus, dass die Produktion neuen Wissens vor allem im Kontext universitärer Grundlagenforschung ihren Ausgangspunkt nimmt.
33 *Market pull* betont, dass vor allem von den kommerziellen Marktanwendungsmöglichkeiten die wichtigsten Impulse für neue Wissensproduktion (im unternehmerischen Bereich) ausgehen.
34 Als „triadisch“ werden solche Patente bezeichnet, die gleichzeitig für die EU, die USA und Japan gelten.
35 Pfadabhängigkeit bzw. *path dependency* besagt, dass gegenwärtige (und historisch verankerte) Strukturmuster auch Auswirkungen auf Entwicklungsmöglichkeiten, Entwicklungsstrategien und ferner zukünftige Strukturmuster haben. Trotzdem geht *path depency* nicht so weit, zu behaupten, dass die Vergangenheit die Zukunft (ein grundsätzlich offener Prozess) determiniert.
36 In den USA wird ein größeres Prozentsegment universitärer Forschung durch die Wirtschaft quer-finanziert als in der EU (Campbell 2006, 90).
37 Bibliometrische akademische Publikationsanalysen legen etwa nahe, dass amerikanische Firmen häufiger mit europäischen Universitäten als umgekehrt, das heißt, europäische Firmen mit amerikanischen Universitäten, kooperieren (Carayannis/Laget 2004).
38 Fortschrittliche Regulierung können etwa im Regulierungsbereich ebenfalls einen *lead market* definieren.
39 Wiederum rückkoppelnd an den einleitend dargestellten politikwissenschaftlichen Theoriekontext lautet somit eine weitere These, dass mit dem Wissensstaat für das Feld der politischen Ökonomie ein spezifischer, aber wichtiger konzeptioneller Input geliefert wird.

40 Mit dem englischen Begriff des *evolution of politics* wird hier eine *langfristig systematische Entwicklung* angedacht (für grundsätzliche Diskussionen darüber siehe beispielsweise Wimmer 1996).

LITERATURVERZEICHNIS

Bush, Vannevar (1945). Science: The Endless Frontier, Washington D.C. Internet: http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#transmittal.

Campbell, David F. J. (2000). Forschungspolitische Trends in wissenschaftsbasierten Gesellschaften. Strategiemuster für entwickelte Wirtschaftssysteme, in: Wirtschaftspolitische Blätter, 47(2), 130–143.

Campbell, David F. J. (2001). Politische Steuerung über öffentliche Förderung universitärer Forschung? Systemtheoretische Überlegungen zu Forschungs- und Technologiepolitik, in: Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft, 30(4), 425–438.

Campbell, David F. J. (2003). The Evaluation of University Research in the United Kingdom and the Netherlands, Germany and Austria, in: Philip *Shapira*/Stefan *Kuhlmann* (Hg.): Learning from Science and Technology Policy Evaluation. Experiences from the United States and Europe, Cheltenham, 98–131.

Campbell, David F. J. (2004). Trends of Research (R&D) Expenditure and Interaction Patterns between R&D and Economic Indicators, in: David F. J. *Campbell*/Hans *Pechar*: Wissensbasierte Gesellschaften: Entwicklungstrends und Interaktionsmuster von Forschungs- und Wirtschaftsindikatoren (OeNB Jubiläumsfonds Forschungsprojekt Nr. 10076), Wien, 61–174.

Campbell, David F. J. (2006). The University/Business Research Networks in Science and Technology. Knowledge Production Trends in the United States, European Union, and Japan, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 67–100.

Campbell, David F. J./Christian *Schaller* (Hg.) (2002). Demokratiequalität in Österreich. Zustand und Entwicklungsperspektiven, Opladen.

Campbell, David F. J./Wolfgang H. *Güttel* (2005). Knowledge Production of Firms: Research Networks and the "Scientification" of Business R&D, in: International Journal of Technology Management, 31(1/2), 152–175.

Carayannis, Elias G./Patrice *Laget* (2004). Transatlantic Innovation Infrastructure Networks: Public-Private, EU-U.S. R&D Partnerships, in: R&D Management, 33(4), 17–31.

Carayannis, Elias G./Maximilian von *Zedtwitz* (2005). Architecting GloCal (Global – Local), Real-Virtual Incubator Networks (G-RVINs) as Catalysts and Accelerators of Entrepreneurship in Transitioning and Developing Economies, in: Technovation, 25, 95–110.

Carayannis, Elias G./David F. J. *Campbell* (2006a). "Mode 3": Meaning and Implications from a Knowledge Systems Perspective, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 1–25.

Carayannis, Elias G./David F. J. *Campbell* (2006b). Conclusion: Key Insights and Lessons Learned for Policy and Practice, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 331–341.

Edler, Jakob/Stefan *Kuhlmann*/Maria *Behrens* (2003). Changing Governance of Research and Technology Policy. The European Research Area, Cheltenham.

Etzkowitz, Henry (2003). Research Groups as "Quasi-Firms": The Invention of the Entrepreneurial University, in: Research Policy, 32, 109–121.

Etzkowitz, Henry/Loet *Leydesdorff* (2000). The Dynamics of Innovation: from National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations, in: Research Policy, 29, 109–123.

European Commission (1995). Green Paper on Innovation, Brüssel.

European Commission (2003). Third European Report on Science and Technology Indicators. Towards a Knowledge-Based Economy, Brüssel.

Gerybadze, Alexander/Guido *Reger* (1999). Globalization of R&D: Recent Changes in the Management of Innovation in Transnational Corporations, in: Research Policy, 28, 251–274.

Geuna, Aldo (1999). The Economics of Knowledge Production. Funding and the Structure of University Research, Cheltenham.

Geuna, Aldo/Ben R. *Martin* (2003). University Research Evaluation and Funding: An International Comparison, in: Minerva, 41, 277–304.

Geuna, Aldo/Ammon J. *Salter*/W. Edward *Steinmueller* (Hg.) (2003). Science and Innovation. Rethinking the Rationales for Funding and Governance, Cheltenham.

Gibbons, Michael/Camille *Limoges*/Helga *Nowotny*/Simon *Schwartzman*/Peter *Scott*/Martin *Trow* (1994). The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies, London.

Grande, Edgar/Robert *Kaiser* (2006). The Transformation of the German System of Innovation. The Case of Biotechnology, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 183–202.

HEFCs (2005). Research Assessment Exercise 2008, Bristol. Internet: http://www.rae.ac.uk.

Heritage Foundation (2004). 2004 Index of Economic Freedom, Washington D.C. Internet: http://www.heritage.org/research/features/index/scores.cfm.

Hooghe, Liesbet/Gary *Marks* (2001). Multi-Level Governance and European Integration, Lanham.

Irvine, John/Ben R. *Martin*/Phoebe A. *Isard* (1991). Investing in the Future. An International Comparison of Government Funding of Academic and Related Research, Cheltenham.

Kaiser, Robert/Heiko *Prange* (2004). The Reconfiguration of National Innovation Systems – The Example of German Biotechnology, in: Research Policy, 33, 395–408.

Kok, Wim (2004). Die Herausforderung annehmen. Die Lissabon-Strategie für Wachstum und Beschäftigung. Bericht der Hochrangigen Sachverständigengruppe unter Vorsitz von Wim Kok, Brüssel. Internet: http://www.eu.int/growthandjobs/pdf/2004-1866-DE-complet.pdf.

Kuhlmann, Stefan (1998). Politikmoderation. Evaluationsverfahren in der Forschungs- und Technologiepolitik, Baden-Baden.

Kuhlmann, Stefan (2001). Future Governance of Innovation Policy in Europe – Three Scenarios, in: Research Policy, 30, 953–976.

Lundvall, Bengt-Åke (Hg.) (1992). National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning, London.

Narin, F./K. S. *Hamilton*/D. *Olivastro* (1997). The Increasing Linkage between U.S. Technology and Public Science, in: Research Policy, 26, 317–330.

National Academies (2005). Rising Above the Gathering Storm. Energizing and Employing America for a Brighter Economic Future, Washington D.C.

National Science Board (2004). Science and Engineering Indicators 2004, Arlington.

Nelson, Richard R. (Hg.) (1993). National Innovation Systems. A Comparative Analysis, Oxford.

Nowotny, Helga/Peter *Scott*/Michael *Gibbons* (2003). Mode 2 Revisited: The New Production of Knowledge, in: Minerva, 41, 179–194.

OECD (1994). Frascati Manual. Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Paris.

OECD (1998). Science, Technology and Industry Outlook, Paris.

OECD (2004). Main Science and Technology Indicators, Paris.

Palmberg, Christopher/Terttu *Luukkonen* (2006). The Different Dynamics of Biotechnology and ICT Sectors in Finland, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 158–182.

Rigby, John (2004). Making Decisions about Science and Technology – between the Devil and the Deep Blue Sea? A Brief Reflection on Expert and Peer Review, in: FTEVAL Newsletter, Nr. 21(Juni 2004), 2–11. Internet: http://www.fteval.at/files/newsletter/Newsletter_21.pdf.

Rohn, Walter (2000). Forschungseinrichtungen in der Agglomeration Wien. Stellung im Innovationsprozess und Einbindung in innovative Netzwerke. ISR-Forschungsberichte (Heft 21), Wien.

Sodaro, Michael J. (2004). Comparative Politics. A Global Introduction, Boston.

Tassey, Gregory (2001). R&D Policy Models and Data Needs, in: Maryann P. *Feldman*/Albert N. *Link* (Hg.): Innovation Policy in the Knowledge-Based Economy, Boston, 37–71.

Umpleby, Stuart A. (2002). Should Knowledge of Management be Organized as Theories or as Methods?, in: Robert *Trappl* (Hg.): Cybernetics and Systems 2002. Proceedings of the 16th European Meeting on Cybernetics and Systems Research. Volume 1, Wien, 492–497.

Willke, Helmut (1989). Systemtheorie entwickelter Gesellschaften. Dynamik und Riskanz moderner gesellschaftlicher Selbstorganisation, Weinheim.

Willke, Helmut (1997). Supervision des Staates, Frankfurt am Main.

Wimmer, Hannes (1996). Evolution der Politik. Von der Stammesgesellschaft zur modernen Demokratie, Wien.

Zedtwitz, Max von/Oliver *Gassmann* (2002). Market versus Technology Drive in R&D Internationalization: Four Patterns of Managing Research and Development, in: Research Policy, 31, 569–588.

Zedtwitz, Max von/Philip *Heimann* (2006). Innovation in Clusters and the Liability of Foreignness of International R&D, in: Elias G. *Carayannis*/David F. J. *Campbell* (Hg.): Knowledge Creation, Diffusion, and Use in Innovation Networks and Knowledge Clusters. A Comparative Systems Approach across the United States, Europe and Asia, Westport, 101–122.

AUTOR

David F. J. CAMPBELL ist Research Fellow an der Abteilung Hochschulforschung (HOFO), IFF-Fakultät der Universität Klagenfurt (http://www.iff.ac.at/hofo), sowie Lektor am Institut für Politikwissenschaft der Universität Wien. Forschungsschwerpunkte: „Knowledge“ und Demokratie/Demokratiequalität.

Kontakt: Abteilung Hochschulforschung, Universität Klagenfurt, Schottenfeldgasse 29, A-1070 Wien.
E-mail: david.campbell@uni-klu.ac.at