

---

HEINRICH PARTHEY

## **Formen von Institutionen der Wissenschaft und ihre Finanzierbarkeit durch Innovation**

Der Wandel der Wissenschaft folgt der Entwicklung von Problemfeldern und Methodengefügen. Dabei werden tatsächliche - und nicht nur denkbare - Forschungssituationen mit ausreichender Verfügbarkeit von Wissen und Gerät zur weiteren Erkenntnisproduktion geschaffen. Die Gestaltung von Forschungssituationen hat im Verlauf des 20. Jahrhunderts zu Anforderungen an die Finanzierbarkeit der Wissenschaft geführt, die es nahe legen „in bezug auf die Verfügbarkeit von Ressourcen für die wissenschaftliche Arbeit eine Situation vorzusehen, in der sich nichts mehr bewegt.“<sup>1</sup> Eine Chance, die dem entgegenwirken könnte, wäre eine Refinanzierung der Aufwendungen für Forschung und Entwicklung durch Innovationen, wenn unter Innovation nur die neue Technik verstanden wird, die - am Markt erstmalig eingeführt - einen über die Fertigungsaufwendungen hinausgehenden Extragewinn mindestens in einer solchen Höhe realisieren lässt, das alle vor der Fertigung liegenden Aufwendungen für das Zustandekommen der neuen Technik zurückerstattet werden.<sup>2</sup>

Ob diese Chance für die Wissenschaft ihrem Wandel entspricht oder einen weiteren hervorruft, ist zu diskutieren. Dieses Problem hatte sich bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts gestellt und wurde von Adolf von Harnack, dem Gründer und ersten Präsidenten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaft wie folgt formuliert: „Die Wissenschaft geht zur Zeit mit dem Klingelbeutel im Lande umher. Das fordert Abhilfe. Aber sie kann nur so erfolgen, dass aus der Not eine Tugend gemacht wird, und vielleicht entspringt ein ganzer Chor von Tugenden, der sogar noch das alte Wesen verändert.“<sup>3</sup>

- 1 Rescher, N., *Wissenschaftlicher Fortschritt. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung.* Berlin - New York: de Gruyter 1982. S. 76.
- 2 Siehe: Parthey, H., *Entdeckung, Erfindung und Innovation.* - In: *Das Neue. Seine Entstehung und Aufnahme in Natur und Gesellschaft.* Hrsg. v. Heinrich Parthey. Berlin: Akademie-Verlag 1990. S. 97 - 148; Parthey, H., *Wissenschaft und Innovation.* - In: *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97.* Hrsg. v. S. Greif / H. Laitko / H. Parthey. Marburg: BdWi -Verlag 1998. S. 9 - 32.
- 3 *50 Jahre Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften 1911-1961. Beiträge und Dokumente.* Hrsg. v. Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Göttingen 1961. S. 95.

Damit werden die alten Fragen nach Erhalt und Veränderung sowohl von Kriterien der Wissenschaftlichkeit als auch der methodologischen Struktur der Forschungsleistung und Forschungssituation aufgeworfen. Mit zunehmender Refinanzierung der Wissenschaft durch die Innovationskraft der Wirtschaft kann es einen Wandel der Forschung in einer wissenschaftsintegrierten Wirtschaft geben, die nicht jeden neuen Wissensbereich zur Disziplin verfestigt, jedoch, wie Peter Weingart in dieser Diskussion feststellt, „jeder Misserfolg ebenso wie jede Anfechtung erzwingen Wahrheitsbeweise. Die gibt es in modernen und selbst in postmodernen Gesellschaften nur durch die Wissenschaft.“<sup>4</sup> So wird die institutionalisierte Wissenschaft ihre Funktion als publiziertes methodisches Problemlösen<sup>5</sup> einschließlich der Wahrheitsfindung im Sinne der Feststellung behaupteter Sachverhalte zu sichern haben.

Unsere Überlegungen thematisieren erstens den Wandel der Wissenschaft und ihrer Institutionen, zweitens die Chancen zur Erstattung der Aufwendungen für Wissenschaft durch Innovation im 20. Jahrhundert und drittens die gleichsinnige Korrelation zwischen Patentaktivität und Export-Import-Relation als Indikator für eine zunehmende Erstattung von Wissenschaftsaufwendungen durch Innovation.

### 1. *Wandel der Wissenschaft und ihrer Institutionen*

Wenn es, wie die angeführte Diskussion seit Beginn des 20. Jahrhunderts zu dieser Frage zeigt, mit sich ermöglichender Finanzierbarkeit von Wissenschaft durch die Innovationskraft der Wirtschaft auch ein Wandel der Forschung in einer wissenschaftsintegrierten Wirtschaft andeutet<sup>6</sup>, die unter Umständen nicht jeden neuen Wissensbereich zur lehrbaren Disziplin verfestigt, dann möchten wir als Invariante der Wissensproduktion auch im 20. Jahrhundert auf die methodologische Struktur von Forschungsleistung (vgl. Abbildung 1) und Forschungssituation (vgl. Abbildung 2) verweisen, mit einer stärkeren Ausprägung von interdisziplinären Forschungssituationen und ihrer Institutionalisierung als in den Jahrhunderten früher.

4 Weingart, P., *Die Stunde der Wahrheit. Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft*. Weilerswist: Velbrück Verlag 2001. S. 341.

5 Parthey, H., *Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft*. - In: *Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998*. Hrsg. v. K. Fuchs-Kittowski / H. Laitko / H. Parthey / W. Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 67 - 89.

6 Spur, G., *Wandel der Forschung in einer wissenschaftsintegrierten Wirtschaft*. In diesem Jahrbuch.

### 1.1. *Methodologische Struktur der Forschungsleistung*

In der Wissenschaft ist Phantasie die am frühesten und weitesten entwickelte Eigenschaft, deren Entwicklung zur großen Leistung darin besteht, dass sie - wie es Wilhelm Ostwald anhand von Untersuchungen der Arbeitsweise bedeutender Forscher formulierte – „auf Grund weiterer und tieferer Erfahrungen diszipliniert wird“<sup>7</sup>. Damit ist ein Grundproblem wissenschaftlichen Erkennens angesprochen: die Phantasie von Forschern muss Kriterien der Wissenschaftlichkeit genügen, wenn wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritt erreicht werden soll.

Die Kriterien der Wissenschaftlichkeit können in drei Klassen eingeteilt werden:

1. Kriterien zur Feststellung der Wahrheit von Beschreibungen. Wahrheit kommt einer Behauptung zu, wenn der behauptete Sachverhalt existiert. Existiert der behauptete Sachverhalt nicht, dann ist die Behauptung auch nicht wahr sondern falsch. Diese Eigenschaft „wahr oder falsch“ aufgrund der Existenz oder Nichtexistenz behaupteter Sachverhalte kommt einer Behauptung objektiv zu, sobald sie aufgestellt worden ist. Charakteristisch für wissenschaftliche Aussagen ist, dass sie bei der Aufstellung und bei der Prüfung eines Systems von Aussagen verwendet und gewonnen werden, das in seiner Gesamtheit Gesetzmäßigkeiten eines Bereiches der Wirklichkeit erfasst. In all den Fällen, in denen der Wahrheitswert der Aussagen, die Folgerungen aus wissenschaftlichen Hypothesen und Theorien entsprechen, nicht direkt durch bloße Beobachtung festgestellt werden kann, ergibt sich die Notwendigkeit, Experimente durchzuführen. Die Durchführung von Experimenten ist nur ein Schritt in der experimentellen Methode. Ihm geht voraus, dass Folgerungen aus der zu überprüfenden Theorie bzw. Hypothese gezogen werden. Der Durchführung eines Experimentes folgt die Deutung experimenteller Ergebnisse in bezug auf die Hypothese nach. Der Bestätigungsgrad von Theorien ist ein Ergebnis der Beachtung dieser Klasse von Kriterien der Wissenschaftlichkeit.
2. Kriterien zur Sicherung der Erkenntnisfunktion des Erklärens von Ereignissen. Dabei müssen die zu erklärenden Ereignisse bereits wahr beschrieben sein, sonst wüsste man nicht, was erklärt werden soll. Zur Erklärung eines wahr beschriebenen Ereignisses werden Aussagen über Ausgangs- und Randbedingungen des Ereignisses benötigt sowie mindestens eine Gesetzesaussage über den Wirklichkeitsbereich, in dem das zu erklärende Ereignis auftritt. Wenn es möglich ist, aus diesen genannten Aussagen die das zu erklärende Ereignis wahr beschreibenden Behauptungen aussagenlogisch zwingend abzu-

7 Ostwald, W., Große Männer, Leipzig 1909. S. 47.

leiten, dann liegt eine wissenschaftliche Erklärung vor. Ergibt die Berücksichtigung aller bereits vorhandenen Gesetzes- und Bedingungsansagen, dass sie nicht ausreichen, um aus ihnen Aussagen abzuleiten, die den zu erklärenden Sachverhalt beschreiben, dann liegt ein Erklärungsproblem vor. Der Analyse des gestellten Erklärungsproblems, insbesondere der Charakterisierung der zur Lösung noch fehlenden Gesetzes- und Bedingungsansagen, deren Gesamtheit zur Erklärung als sogenanntes Explanans herangezogen werden kann, folgt das Konzipieren und Aufstellen der zur Auflösung des Erklärungsproblems fehlenden Aussagen. Auf diese Weise kann die Bildung erklärender Hypothesen als schöpferischer Vorgang mit konstruktivem Charakter aufgefasst werden, in dessen Verlauf sich der Übergang von einem Satzsystem, das ein Problem bedeutet, zu einem Satzsystem, das eine Hypothese bedeutet, vollzieht. Beschreibung und Erklärung sind zwei grundlegende Ziele einer jeden Forschung, wobei die gewonnene Erklärungskraft einer Theorie von praktisch weitreichender Bedeutung ist, können doch aus einer gut überprüften Erklärung konstruktive Vorschläge zur Veränderung der Natur und Gesellschaft hervorgehen, die zu veränderten technischen bzw. gesellschaftlichen Möglichkeiten menschlichen Lebens führen.

3. Kriterien zur Sicherung der weiterführenden Problematisierung, nach denen sich vor allem die Frage stellt, ob eine vorgeschlagene Lösungsvariante gleichzeitig zu neuen Forschungsproblemen führt (progressive Problemverschiebung) oder ob eine Hypothese lediglich Probleme auflöst ohne weitere aufzuwerfen (degenerative Problemverschiebung).<sup>8</sup> Neben Beschreibungen und Erklärungen besteht ein weiteres Ziel der Forschung demnach auch in der Sicherung weiterer gedanklicher Ausgangspunkte zukünftiger Forschung, d. h. in der Entwicklung neuer Problemfelder der Forschung. Eine Unterschätzung dieser notwendigen Bedingung weiterer Forschung kann zu tiefgreifenden Deformationen in wissenschaftlichen Lehr- und Forschungseinrichtungen führen.

In der Reihenfolge der genannten Kriterien der Wissenschaftlichkeit kommt auch eine gewisse Rangfolge zum Ausdruck: in jedem Fall hat die Phantasie der erstgenannten Klasse von Kriterien der Wahrheitsfindung zu genügen. Dabei hat es im Verlauf der Wissenschaftsentwicklung in dieser Klasse von Kriterien der Wahrheitsfindung selbst eine beachtliche Veränderung ergeben: In der griechischen Begründung der Wissenschaft wurde das Experiment zur Wahrheitsfindung abgelehnt und nur die bloße Beobachtung zur Feststellung behaupteter

<sup>8</sup> Lakatos, I., Popper zum Abgrenzungs- und Induktionsproblem. - In: Neue Aspekte der Wissenschaftstheorie. Hrsg. v. H. Lenk. Braunschweig 1971. S. 75 - 128.

Sachverhalte akzeptiert. Erst für Galileo Galilei (1564-1642), dem Begründer der Methodologie der modernen Naturwissenschaft, hatte das reale Experiment im Unterschied zum Gedankenexperiment die Funktion, die mit Phantasie auf intuitiv-spekulative Weise gewonnene Einsicht in das Wesen eines Naturzusammenhanges zu verifizieren und so einer Hypothese Gesetzescharakter zu verleihen.<sup>9</sup>

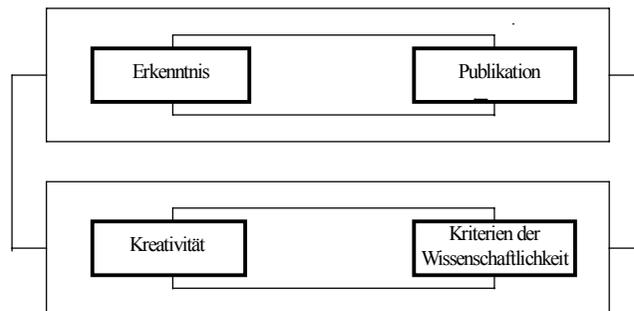
Ebenso hat die zweitgenannte Klasse von Kriterien der Wissenschaftlichkeit im Verlauf der Wissenschaftsentwicklung eine zunehmende Präzisierung und Verschärfung der Kriterien für die Bildung, Struktur und Funktion von erklärenden Theorien erfahren. Wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben sich in jedem Fall, wenn die Phantasie von Forschern den Kriterien der Wissenschaftlichkeit genügt. Die Wissenschaft ist nun zur Objektivierung von Erkenntnis auf die Reproduktion ihrer Erstgewinnung angewiesen. Dies schließt aber auch die Wiederholbarkeit an anderen Ort und zu anderer Zeit durch andere wissenschaftlich Tätige ein, was schriftlicher Dokumente bedarf, deren Leser die Erkenntnisproduktion nachvollziehen können. Mit anderen Worten: Wissenschaft kommt ohne einen schriftlichen Bericht über die Entstehung von Neuem nicht aus.<sup>10</sup> Wissenschaftliche Texte dienen nicht nur der wissenschaftlichen Kommunikation, sondern sind erforderlich zur Nachvollzieh- und Wiederholbarkeit der stets zuerst subjektiven Entdeckungen und Erfindungen durch andere wissenschaftlich Tätige. Wir möchten betonen, dass Publikationen in der Wissenschaft eine Funktion erhalten haben, die einmal herausgebildet, bestehen bleiben wird. Es geht dabei weniger um ein Angebot zum wissenschaftlichen Meinungsstreit, sondern vor allem um eine Darstellung von Problem und Methode erfolgreicher Forschung, die unabhängig von Ort und Zeit der Veröffentlichung eine Reproduzierbares gestattet, wodurch die Entpersonifizierung des Neuen in der Wissenschaft gesichert wird. Ohne auf ein schriftliches Dokument zurückgreifen zu können, das die Entstehung des Neuen nachvollziehbar beschreibt, hätten außer den Schöpfern des Neuen keine anderen Wissenschaftler je eine Chance, das Neue nachzuvollziehen und auf seine Wahrheit hin zu überprüfen. Jeder, der neues Wissen in methodischer Bearbeitung eines Problems erzeugt hat, steht bekanntlich vor der Schwierigkeit, seine kreative Leistung in einem auch für andere les- und verstehbaren Dokument so darzustellen, damit andere Wissenschaftler das vom Autor neu Gefundene auch methodisch nachvollziehen können. Darin besteht die grundsätzliche Funktion der Publikation in der Wissenschaft. Damit

9 Parthey, H. / Wahl, D., Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften 1966.

10 Parthey, H., Publikation und Bibliothek in der Wissenschaft. - In: Wissenschaft und Digitale Bibliothek: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 1998. Hrsg. v. K. Fuchs-Kittowski / H. Laitko / H. Parthey / W. Umstätter. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2000. S. 67 - 89.

thematisieren wir erstens die Nachvollzieh- und Wiederholbarkeit wissenschaftlicher Erkenntnis als Kriterien für die Funktion wissenschaftlicher Publikationen und zweitens die Verfügbarkeit von Wissen in Forschungssituationen als Kriterium für die Funktion wissenschaftlicher Bibliotheken.

Abbildung 1: *Methodologische Struktur der Forschungsleistung.*



### 1.2. *Methodologische Struktur der Forschungssituation*

Wissenschaft entwickelt sich durch theoretisches Denken und experimentelle Tätigkeit, indem Forscher Erkenntnisprobleme mittels Wissen und Geräten methodisch lösen. Jedes Problem ist ein Wissen über Situationen in der geistigen oder praktisch-experimentellen Tätigkeit, in denen das verfügbare Wissen nicht genügt, die Ziele erreichen zu können und deshalb entsprechend zu erweitern ist.

Im engeren Sinne wird die Kenntnis eines derartigen Wissensmangels nur dann ein Problem genannt, wenn das fehlende Wissen nicht von anderen übernommen werden kann, sondern neu gewonnen werden muss. Ein Forschungsproblem liegt dann vor, wenn für ein System von Aussagen und Fragen über bzw. nach Bedingungen der Zielerreichung kein Algorithmus bekannt ist, durch den der festgestellte Wissensmangel in einer endlichen Zahl von Schritten beseitigt werden kann. Ist ein Algorithmus bekannt, so liegt eine Aufgabe vor. Die begriffliche Differenzierung zwischen Problem und Aufgabe wird auch in neueren Arbeiten wieder aufgegriffen und für die Modellierungsmethodologie fruchtbar gemacht.<sup>11</sup>

Beim wissenschaftlichen Problem sind die Fragen durch das vorhandene Wissen begründet, aber nicht beantwortet. Ein Problem löst sich in dem Maße auf,

11 Dresbach, S., *Modeling by Construction - Entwurf einer Allgemeinen Modellierungsmethodologie für betriebliche Entscheidungen*. Lüdenscheid: Schaker Verlag 1996.

wie neue Informationen, neues Wissen als verstandene, begründete Informationen die Fragen, die ein wissenschaftliches Problem repräsentieren, beantwortet. Zwischen dem Auftreten einer Problemsituation, die von dem Forscher im Problem erfasst und dargestellt wird, und dem Gegebensein einer Forschungssituation besteht ein wichtiger Unterschied. So muss der kreative Wissenschaftler zwar ein Gefühl für die wirklich entscheidenden Fragen haben, aber er muss zugleich auch das richtige Gespür dafür haben, inwieweit es beim gegebenen Stand der Forschungstechnologie überhaupt möglich sein wird, die Probleme mit dem zur Verfügung stehenden oder zu entwickelnden Instrumentarium wirklich bewältigen zu können. Demnach können unter einer Forschungssituation solche Zusammenhänge zwischen Problemfeldern und Methodengefüge verstanden werden, die es dem Wissenschaftler gestatten, die Problemfelder mittels tatsächlicher Verfügbarkeit an Wissen und Forschungstechnik methodisch zu bearbeiten.

Dem herausgearbeiteten Verständnis der methodologischen Struktur von Forschungssituationen folgend, sind neben den zwei Gebilden Problemfeld und Methodengefüge und den Relationen zwischen ihnen außerdem zu beachten: zum einen die tatsächliche Verfügbarkeit ideeller und materieller Mittel zur Problembearbeitung und zum anderen die Erkenntnis- und Gesellschaftsrelevanz von Forschungsproblemen. Denn sollen Forschungssituationen mit einem neuartigen Zusammenhang zwischen Problem und Methode sowie Gerät (Soft- und Hardware) herbeigeführt werden, dann können sich von den denkbaren Forschungsmöglichkeiten auch nur die realisieren, für die von der Gesellschaft die entsprechenden Mittel und Kräfte bereitgestellt werden. Entscheidungen darüber sind jedoch von der aufgezeigten Problemrelevanz abhängig.

Die Problemrelevanz, d. h. die Bewertung der Probleme nach dem Beitrag ihrer möglichen Lösung sowohl für den Erkenntnisfortschritt als auch für die Lösung von gesellschaftlichen Praxisproblemen, reguliert letztlich die tatsächliche Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembearbeitung.

Ende der siebziger Jahre unternahm W. Stegmüller den Versuch, in Auseinandersetzung mit Thomas Kuhn,<sup>12</sup> den Begriff der normalen Wissenschaft mit Hilfe des Begriffs des Verfügens über eine Theorie zu präzisieren.<sup>13</sup> Der von uns verwendete Begriff der Verfügbarkeit an wissens- und gerätemäßigen Voraussetzungen zur Problembearbeitung<sup>14</sup> (einschließlich der Software als vergegenständ-

12 Kuhn, Th., Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1976.

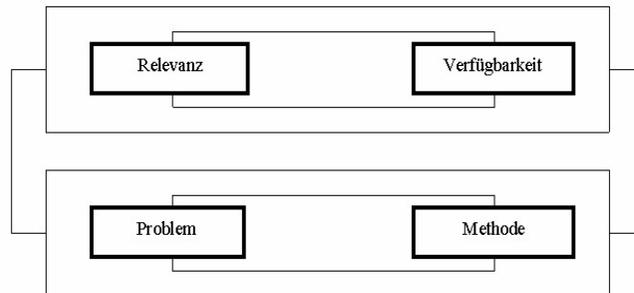
13 Stegmüller, W., Rationale Rekonstruktion von Wissenschaft und ihrem Wandel. Stuttgart 1979.

14 Parthey, H., Problemsituation und Forschungssituation in der Entwicklung der Wissenschaft. – In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie (Berlin). 28(1981)2, S. 177.

lichte Methodologie) ist wesentlich umfassender als der des Verfügens über Theorie, schließt er doch auch die praktische Machbarkeit in der Forschung ein.

Wird zur Charakterisierung von Forschungssituationen die Beziehung zwischen einem Problemfeld und einer Gesamtheit von Voraussetzungen zur Problembearbeitung betrachtet, dann können verschiedene Forschungssituationen mindestens nach den Grad der Relevanz der jeweiligen Problemstellung und nach dem Grad der tatsächlichen Verfügbarkeit von Voraussetzungen zur Bearbeitung des jeweiligen Problems unterschieden werden. Damit wird für die Analyse der wissenschaftlichen Institutionen ein Bezugsrahmen gesetzt, in dem die Ausprägung verschiedener Formen von Systemen der Kommunikation und Information zwischen den Wissenschaftlern gedeutet werden kann.

Abbildung 2: *Methodologische Struktur der Forschungssituation.*



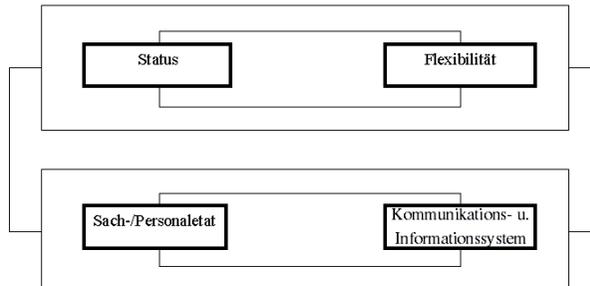
### 1.3. *Entwicklung wissenschaftlicher Institutionen*

#### 1.3.1. *Struktur und Funktion wissenschaftlicher Institutionen*

Der wissenschaftlich Tätige bedarf der Institution, weil nur dadurch der notwendige Freiraum für die Forschung abgesichert werden kann. Dieser Freiraum wird durch entsprechende Fonds, wie Personaletat und Sachmitteletat, und mit einem institutseigenen System von Information, Kommunikation und Bibliothek geschaffen. Um attraktiv zu sein, muss die wissenschaftliche Institution dem Forscher einen entsprechenden Status sichern und selbst so flexibel sein, dass sie der Dynamik des modernen Wissenschaftsbetriebes gewachsen ist (vgl. Abbildung 3).

Seit dem Entstehen von Wissenschaft führt das ihr eigene fortgesetzte Problematisieren zu Konflikten mit der Öffentlichkeit, berührt es doch oft Tabus einer Gesellschaft, ohne die eine Gesellschaft so wie sie ist, schwerlich existieren kann. Dieser Sachverhalt kann im Folgenden nur exemplarisch für den Beginn der Wis-

Abbildung 3: Funktionale Elemente wissenschaftlicher Institutionen.



senschaft und für die Herausbildung der wissenschaftsbasierter Industriezweige erörtert werden.

Was den Beginn der griechischen Wissenschaft betrifft, so finden sich in den Verteidigungsreden des Sokrates (470-399), die sein Schüler Platon (427-347) im Jahre 399 v. u. Z. niederschrieb, Angaben darüber, dass ihm Jugendliche folgten, „freiwillig, und freuen sich zu hören, wie die Menschen untersucht werden; oft auch tun sie mir nach und versuchen selbst Andere zu untersuchen, und finden dann, glaube ich, eine große Menge solcher Menschen, welche zwar glauben etwas zu wissen, wissen aber wenig oder nichts. Deshalb zürnen die von ihnen Untersuchten mir und sagen, Sokrates ist doch ein ganz ruchloser Mensch und verderbt die Jünglinge.“<sup>15</sup> Damals war Sokrates angeklagt worden, die demokratische Ordnung durch Verbreitung jugendverführender Lehren zu stören. Er war in den Fragen von Recht, Macht und Wahrheit in Konflikt mit dem Maß der herrschenden Gesellschaft gekommen – und musste diesen Konflikt mit dem Todesurteil und dem Schierlingsbecher büßen. Der Prozess gegen Sokrates war eine Verfolgung von Problematisieren, von Rede- und Gedankenfreiheit. Sokrates war ein Aufklärer und sein Gegenstand der Mensch, den er mit Disputierkunst zur Selbstbesinnung führen wollte. Das Wissen über das Nichtwissen gehört zu dem von ihm geübten methodischen Prinzip seiner „geistigen Hebammendienste“ (Mäeutik), die er seine Gesprächspartnern bei der Wahrheitsfindung leisten wollte. Und wie Sokrates damit den einzelnen irritierte, wenn er die tatsächliche Unwissenheit hinter dem eingebildeten Wissen bloßlegte, so verärgerte er Hüter von Gesetz und Ordnung, wenn er, ohne Gegner von Demokratie zusein, doch dau-

15 Platon, Des Sokrates Verteidigung. – In: Platons Werke (von F. Schleiermacher). Band I.2. Berlin: Akademie-Verlag 1985. S. 137.

ernnd die Kluft zwischen idealem Anspruch und tatsächlicher Leistung transparent machte. So schien er das verkörperte schlechte Gewissen der Athener. Nun aber ist Problematisieren bei den antiken Philosophen, wie Platon<sup>16</sup> und Aristoteles<sup>17</sup> ein wichtiger Begriff der Wissenschaft, wo er ein Wissen über ein Nichtwissen bezeichnet und der ideelle Ausgangspunkt der Gewinnung von weiteren Wissen ist. Platon war beim Prozess gegen Sokrates anwesend, aber er scheint Athen noch vor der Hinrichtung fluchtartig verlassen zu haben. „Vielleicht befürchtete er, daß man auch gegen ihn etwas unternehmen würde. Seine Biographie im Oxford Classical Dictionary berichtet, er habe „mit anderen Sokratikern“ zunächst Zuflucht im nahen Megara gefunden. Er blieb zwölf Jahre außer Landes und reiste bis nach Ägypten.“<sup>18</sup> In solch überraschender Art und Weise eines tiefgehenden Konflikts zwischen Gesellschaft und der entstehenden Wissenschaft stellt sich nicht nur für Platon die Frage nach einem Freiraum für wissenschaftliche Tätigkeit: das von Sokrates benutzte öffentliche Forum konnte es nach dem Prozess gegen ihn und seiner Hinrichtung nicht sein. So begann für Wissenschaftler eine je nach Gesellschaftsentwicklung geforderte Suche nach einem Freiraum für ihre wissenschaftliche Tätigkeit, den sie in Form eigener Institutionen vorzustellen, zu verhandeln und zu schaffen hatten, was bis heute auf steigendem Niveau der methodischen Wissensproduktion geblieben ist und weiterhin auch bleiben wird. Rückblickend hat die Wissenschaft mit ihrem weiterführenden Problematisieren ständig Tabus der jeweiligen Gesellschaft berührt und gebrochen. Das zeigt sich auch in der gegenwärtigen Diskussion um die embryonale Stammzellenforschung. Am Ende, so nimmt Peter Gruss, der neue Präsident der Max-Planck-Gesellschaft an, werde sich wieder wie so oft in der Geschichte der Wissenschaft eine „lebensnahe Ethik“ durchsetzen: „Wenn die erste Krankheit mit Stammzellen therapiert ist, wird die Diskussion automatisch verstummen“.<sup>19</sup>

Wenn von Stadien der Geschichte wissenschaftlicher Institutionen die Rede ist, dann bieten sich verschiedene Kriterien an. Offensichtlich beginnt die Geschichte wissenschaftlicher Institutionen damit, dass Platon seine Schüler seit etwa 388 v. u. Z. in einem Hain des Akademos bei Athen um sich sammelte. Eine zweite wissenschaftliche Institution geht auf Aristoteles zurück: das Gymnasium Lykeion für den Unterricht von Jugendlichen in Athen seit etwa 335 v. u. Z..

16 Platon, Dialog Politikos, 291 St. Leipzig 1914. S. 81.

17 Aristoteles, Metaphysik. 982 b 17; 995 a 24- 995b4. Berlin: Akademie-Verlag 1960. S. 21, 54.

18 Stone, I. F., Der Prozess gegen Sokrates. Wien: Paul Zsolnay Verlag 1990. S. 188 - 189.

19 Schnabel, U., Der Kandidat. Der Stammzellenforscher Peter Gruss soll neuer Präsident der Max-Planck-Gesellschaft werden. - In: Die Zeit (Hamburg). 55(2001)48, S. 36.

Als dritte wissenschaftliche Institution entstand im 3. Jahrhundert v. u. Z. ein staatliches Studienzentrum der gesamten hellenistischen Welt in Alexandria, das aus der Forschungsstätte des Museion<sup>20</sup> sowie der größten Bibliothek der Antike bestand. Hier wirkten unter anderem Euklid zwischen 320 und 260 v. u. Z. und Ptolemaios von 127 bis 141 u. Z., der im Observatorium die in seinem Werk „Almagest“ verwendeten Beobachtungen durchführte. Alexandria war ein Mittelpunkt wissenschaftlichen Lebens für eine über 700jährige Geschichte bis etwa 475 u. Z.. In den folgenden Jahrhunderten ohne nennenswerte wissenschaftliche Institutionen wurde kaum, zeitweise gar nicht wissenschaftlich publiziert, d. h. es lassen sich für mehrere Jahrhunderte fast keine Wissenschaftler nachweisen.

Eine neue wissenschaftliche Institution entstand erst im 12. Jahrhundert in Europa mit der Universität<sup>21</sup>, die bis heute eine grundlegende Institution der Wissenschaft in aller Welt geworden ist.<sup>22</sup> Drei Jahrhunderte später entstanden ebenfalls mit weltweiten Erfolg ein Reihe von außeruniversitärer Institutionen der Wissenschaft: seit dem 15. Jahrhundert in Anlehnung an die Platonische Akademie moderne Akademien als Forschungseinrichtungen ohne universitäre Lehrverpflichtung<sup>23</sup> und seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts weitere außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sowohl des Staates als auch der Wirtschaft. Die in der Antike zur Sicherung des Problematisierens und methodischen Problemlösens entstandenen Institutionen wie die Platonische Akademie, das Aristotelische Lykeon als städtisches Gymnasium und das alexandrinische Museion als staatliche Forschungsstätte haben die Jahrhunderte trotz ihrer Forschungsleistungen nicht überdauert.

Die Gestaltung neuer tragfähiger wissenschaftlichen Institutionen erhielt ihre Impulse offensichtlich erst durch das Aufkommen wissenschaftsbasierter Berufe, die eine Universitätsausbildung seit dem 12. Jahrhundert nahe legten, und zum anderen durch die später im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts hinzukommende wissenschaftsbasierte Wirtschaft, die auch außeruniversitäre Forschungsstätten benötigte.

20 Parthey, G., Das Alexandrinische Museum. Berlin: Nicolaische Buchhandlung 1838.

21 Rüegg, W. (Hrsg.), Geschichte der Universität in Europa. Band I Mittelalter. München: Verlag C.H. Beck 1993.

22 Rüegg, W. (Hrsg.), Geschichte der Universität in Europa. Band II Von der Reformation bis zur Französischen Revolution 1500-1800. München: Verlag C.H. Beck 1996; Parson, T. / Platt, G.M., Die amerikanische Universität. Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1990.

23 Grau, C., Berühmte Wissenschaftsakademien. Von ihrem Entstehen und ihrem weltweiten Erfolg. Frankfurt am Main: Verlag Harry Deutsch 1988.

### 1.3.2. *Wissenschaftliche Institutionen nach dem Aufkommen wissenschaftsbasierter Wirtschaft*

Im 19. Jahrhundert war die institutionelle Form der Wissenschaft noch weitgehend die Akademie und die Universität in der von Wilhelm von Humboldt angestrebten Einheit von Lehre und Forschung, wobei sein großer Wissenschaftsplan neben der Akademie der Wissenschaften und der Universität selbständige Forschungsinstitute als integrierende Teile des wissenschaftlichen Gesamtorganismus verlangte.<sup>24</sup> Mit dem Entstehen wissenschaftsbasierter Industrien wie der Elektroindustrie, die es ohne die wissenschaftlichen Theorien über die strömende Elektrizität und den Elektromagnetismus sowie die Entdeckung des dynamoelektrischen Prinzips (1866 durch Werner von Siemens) vorher nicht – auch nicht als Gewerbe – hätte geben können,<sup>25</sup> und der Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige wie der chemischen Industrie<sup>26</sup> im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts mehrten sich Gründungen wissenschaftlicher Einrichtungen außerhalb von Universitäten, um große chemische Forschungslaboratorien, die von der chemischen Industrie eingerichtet wurden, und staatliche Laboratorien für die physikalische Grundlagenforschung, die zur Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen der Präzisionsmessung und Materialprüfung beitragen sollten. Ein Beispiel für letzteres ist die 1887 in Berlin-Charlottenburg gegründete Physikalisch-Technische Reichsanstalt,<sup>27</sup> die Wilhelm Ostwald noch zwei Jahrzehnte später als einen „ganz neuen Typus wissenschaftlicher Einrichtungen“ bezeichnete.<sup>28</sup> Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt bestand aus zwei Abteilungen, die wissenschaftliche und die technische. Erstere versucht zur Zeit noch schwebende, der Lösung aber dringend bedürftige Probleme der physikalischen Präzisionsmessung zu bearbeiten und zwar besonders solche, zu deren Lösung an Universitäten erforderliche Räumlichkeiten und Geräte fehlen, oder für die eine längere eine ganze und lehrfreie Hingabe eines Wissenschaftlers an die Forschung erfordern. Die zweite Abteilung ist zur direkten Unterstützung des

24 Humboldt, W. von, Über die innere und äußere Organisation der höheren wissenschaftlichen Anstalten in Berlin. – In: Humboldt, W. von, Werke in fünf Bänden. Band IV, Schriften zur Politik und zum Bildungswesen. Berlin: Akademie-Verlag 1964. S. 255 - 266.

25 König, W., Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914. Berlin 1995.

26 Zott, R., Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. S. Greif / H. Laitko / H. Parthey. Marburg: BdWi - Verlag 1998. S. 77 - 95.

27 Förster, W., Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Berlin 1887; Cahan, D., An Institute for an Empire. The Physikalisch-Technische Reichsanstalt 1871-1918. Cambridge 1989.

28 Ostwald, W., Große Männer. Leipzig 1909. S. 294.

Präzisionsgewerbes bestimmt, indem sie alle den Mechaniker in Kleinen und mittleren Unternehmen nicht ausführbaren technischen Leistungen übernimmt, aber auch als amtliches Prüfungsinstitut für mechanische und technische Instrumente dient. Der Präsident der Anstalt ist zugleich der Direktor der wissenschaftlichen Abteilung.<sup>29</sup> Wissenschaftler, denen für physikalische Untersuchungen die geeigneten Räumlichkeiten und kostspieligen Apparate fehlen, können als Gäste in der ersten Abteilung arbeiten. Der Erfolg der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt löste Bestrebungen zur Gründung einer analogen Chemisch-Technischen Reichsanstalt aus. Getragen von den Entwicklungsbedürfnissen der Wissenschaft selbst als auch des Staates und der Wirtschaft, was auch in Untersuchungen der Wissenschaftspolitik in Deutschland seit dem 18. Jahrhundert deutlich wird,<sup>30</sup> erfolgten in Berlin die Gründungen mehrerer lehrunabhängiger Forschungsinstitute im Rahmen der über drei Jahrzehnte (1911-1945) existierenden Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, die sowohl vom Staat als auch von der Wirtschaft finanziert wurden.<sup>31</sup> So wies Emil Fischer im Oktober 1912 bei der Einweihung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Chemie sowie des von der Koppel-Stiftung ins Leben gerufene Kaiser-Wilhelm-Instituts für physikalische Chemie und Elektrochemie auf die jahrelangen vergeblichen Bemühungen hin, „ein Institut zu gründen, das ähnlich der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt der wissenschaftlichen und technischen Chemie dienen sollte.“<sup>32</sup> In der Denkschrift von Adolf von Harnack aus dem Jahre 1909 wurde bereits auf Forschungsrichtungen hingewiesen, „die in den Rahmen der Hochschule überhaupt nicht mehr hineinpassen, teils weil sie so große maschinelle und instrumentelle Einrichtungen verlangen, dass kein Universitätsinstitut sie sich leisten kann, teils weil sie sich mit Problemen beschäftigen, die für die Studierenden viel zu hoch sind und nur von jungen Gelehrten vorgetragen werden können.“<sup>33</sup> Ferner werden in dieser Denkschrift zu Beginn des 20. Jahrhunderts neuartige Beziehungen zwischen der Forschung in staatlichen Instituten und in der Wirtschaft angesprochen. So wurde damals exemplarisch aus der Situation in der organischen Che-

29 Der erste Präsident der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt war Herrmann Helmholtz. Zu den Anfängen der Wissenschaftsförderung durch wissenschaftsbasierte Wirtschaft vgl. Kant, H., *Aus den Anfängen der Wissenschaftsförderung durch wissenschaftsbasierter Wirtschaft: Herrmann Helmholtz, Werner Siemens und andere.* - In diesem Jahrbuch.

30 Vgl. McClelland, Ch.E., *State, Society and University in Germany 1700-1914.* Cambridge 1980.

31 *50 Jahre Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften 1911-1961. Beiträge und Dokumente.* Hrsg. v. d. Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Göttingen 1961.

32 Ebenda, S. 150.

33 Ebenda, S. 82.

mie, „deren Führung noch bis vor nicht langer Zeit unbestritten in den chemischen Laboratorien der deutschen Hochschulen lag“, die „heute von da fast völlig in die großen Laboratorien der Fabriken abgewandert“ ist, gefolgert, dass „dieses ganze Forschungsrichtung für die reine Wissenschaft zu einem großen Teil verloren“ ist, „denn die Fabriken setzen die Forschungen stets nur soweit fort, als sie praktische Resultate versprechen und sie behalten diese Resultate als Geheimnisse oder legen sie unter Patent. Daher ist nur selten eine Förderung der Wissenschaft von Seiten der mit noch so großen Mitteln arbeitenden Laboratorien der einzelnen Fabriken zu erwarten. Wohl hat sich stets das Umgekehrte gezeigt: die reine Wissenschaft hat der Industrie die größten Förderungen durch die Erschließung wirklich neuer Gebiete gebracht.“<sup>34</sup> Aus der Sicht von Adolf Budenandt erfolgte die Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft im Jahre 1911, „um eine Lücke im deutschen Wissenschaftsgefüge zu schließen. Man spürte, dass Arbeitsweisen erforderlich wurden, die in den herkömmlichen Formen nur schwer zu bewältigen waren: Es schien dringend erforderlich, Gelehrten, die sich vor allem reiner Forschung widmen wollten, in völliger Freiheit ihre Arbeit zu ermöglichen, sie weitgehend abzuschirmen von all den Dingen, die letztlich ihre Leistungsfähigkeit im Dienste des menschlichen Fortschritts beeinträchtigen könnten. Es galt zweitens, den in neu sich entwickelnden Grenzgebieten tätigen Gelehrten ihr ganz spezielles, auf sie zugeschnittenes Arbeitsinstrument zu geben, um auf diese Weise Fachrichtungen zu stärken und wachsen zu lassen, die in der Struktur der Universitäten und Technischen Hochschulen noch gar keinen oder keinen ausreichenden Raum hatten. Ich nenne aus der ersten Zeit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft beispielhaft die physikalische Chemie eines Haber, die Radiochemie eines Hahn, die theoretische Physik eines Einstein, die Biochemie eines Warburg. Zum dritten bestand seit Gründung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft die Aufgabe, neue Institutstypen zu entwickeln und zu betreuen. Zur Lösung mancher Probleme müssen sehr umfangreiche personelle und sachliche Mittel zu einem Gebilde zusammengefügt werden, das schon wegen seines Umfangs, seines technischen Aufwandes jedes Hochschulgefüge sprengen müsste. Die Institute für Eisenforschung, Kohlenforschung und Arbeitsphysiologie seien als Beispiele genannt.“<sup>35</sup> Wir möchten diese drei Gründe, die zur Einrichtung sowohl vom Staat als auch von der Wirtschaft finanzierter und lehrunabhängiger Forschungsinstitute angegeben werden, wie folgt formulieren: erstens die steigenden Kosten der Forschungstechnik;<sup>36</sup> zweitens die wachsenden Lehrverpflichtungen für Hochschullehrer, die ein Arbeiten eingedenk der Mahnung von Wilhelm von Humboldt

34 Ebenda, S. 82 - 83.

35 Ebenda, S. 7 - 8.

„immer im Forschen bleiben“ erschweren; drittens die Möglichkeit, weit mehr interdisziplinäre Forschungssituationen zu schaffen und zu bearbeiten, und zwar ungehindert durch zwangsläufig disziplinäre Lehrprofile. In diesem Sinne wurde von Wassermann bei Einweihung des Kaiser-Wilhelm-Instituts für experimentelle Therapie (des nachmaligen Kaiser-Wilhelm-Instituts für Biochemie) im Oktober 1913 gefordert: „Neue Wege der Heilung und alles dessen, was mit ihr zusammen hängt, besonders die Krankheitserkenntnis, sollen hier in diesem Hause nicht mehr wie in früheren Zeiten den mehr oder weniger subjektiven Erfahrungen des einzelnen Beobachters an Krankenbett überlassen bleiben, sondern auf Grund zielbewusster Forschertätigkeit unter Zuhilfenahme exakten naturwissenschaftlichen Hilfsdisziplinen ergründet werden.“<sup>37</sup> So wurde in der Gründungsgeschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft auf die Fruchtbarkeit eines Verkehrs von Forschern verschiedener Richtungen hingewiesen. Insbesondere in den Begründungen für biowissenschaftliche Forschungsrichtungen ohne Lehrbetrieb wird von O. Jaekel die Vorstellung entwickelt, dass sie in erhöhtem Masse interdisziplinär arbeiten sollten,<sup>38</sup> was auch wissenschaftlich ertragreich eingetreten ist.

#### 1.4. *Interdisziplinäre Forschungssituation als Entwicklungsform der Wissenschaft*

Im Zusammenhang mit dem im Vorangehenden erörterten Wandel wissenschaftlicher Institutionen - und ihnen zugrundeliegend - entwickelt sich Wissenschaft in Formen des theoretischen Denkens zum weiteren Erkenntnisfortschritt, in Gesamtheiten von Tätigkeiten zur Gewinnung, Vermittlung und Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Danach kann die Frage der Entwicklungsform der Wissenschaft auf zwei Ebenen gestellt werden: erstens, Wissenschaft als kognitives System unter Produktauspekt; zweitens, Wissenschaft als System spezifischer gesellschaftlicher Tätigkeiten, in denen Denken nur ein Teilbestand derselben ist.

Auf der erstgenannten Ebene entwickelt sich bekanntlich Wissenschaft, soweit sie denkt, in Form von Hypothesen. Andererseits lassen sich Problemfelder sowie Zusammenhänge zwischen Problem und Methode belegen, von denen mehr denkbar sind als mittels verfügbarer Forschungstechnik tatsächlich bearbeitet werden können.<sup>39</sup> In der Forschung tätige Wissenschaftler versuchen stets neue

36 Vgl. Biedermann, W., Zur Finanzierung der Institute der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften Mitte der 20er bis Mitte der 40er Jahre des 20. Jahrhundert. - In diesem Jahrbuch.

37 50 Jahre Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften 1911-1961. Beiträge und Dokumente. Hrsg. v. d. Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Göttingen 1961. S. 158.

38 Vgl.: Jaekel, O., Über die Pflege der Wissenschaft im Reich. - In: Der Morgen. 20(1907), S. 617 - 621.

Zusammenhänge zwischen Problem, Methode und Forschungstechnik in Form von Forschungssituationen herbeizuführen, die ein tieferes Eindringen in das Wesen der Erscheinungen ermöglichen als frühere Forschungssituationen, in der die bearbeiteten Probleme aufgetreten sind. Im Anschluss an diesen Gesichtspunkt, der von und bereits früher vorgestellt und diskutiert wurde,<sup>40</sup> kann der Frage nachgegangen werden, inwieweit interdisziplinäre Forschungssituationen eine Entwicklungsform der Wissenschaft auf der zweitgenannten Ebene ist.<sup>41</sup>

In der Wissenschaftsentwicklung des 20. Jahrhunderts finden sich gehäuft Beispiele dafür, wie aus der Disziplinierung von interdisziplinären Forschungssituationen neue Wissenschaftsdisziplinen entstanden sind. Seit ihrem Beginn sind die Entwicklung der Wissenschaften und ihrer Ordnungssysteme sowie die hierauf begründeten Forschungs- und Lehrprofile durch zwei entgegengesetzte, sich jedoch wechselseitig bedingende Tendenzen gekennzeichnet: einmal den Zwang zur zunehmenden Differenzierung in Disziplinen und zum anderen die damit bedingte Notwendigkeit zur Integration dieser Fachrichtungen. Mit diesen beiden Tendenzen kann vor allem der Wandel in der Beziehung zwischen dem Objektbereich der Forschung und dem Gegenstandsbereich der gesellschaftlichen Praxis erfasst werden, hängt doch die gesellschaftliche Wirksamkeit der Forschung, durch neues Wissen zur Lösung gesellschaftlicher Probleme beizutragen, wesentlich davon ab, inwieweit ein und derselbe Bereich der Wirklichkeit sowohl Objekt der Forschung als auch Gegenstand der gesellschaftlichen Praxis ist.

Wissenschaftsdisziplinen als Form von historisch gewordenen und veränderbaren Grenzziehungen des Wissens und der Wissensproduktion werden durch diesen Wandel in der Beziehung zwischen dem Objektbereich der Forschung und dem Gegenstandsbereich der gesellschaftlichen Praxis bedingt. Letztlich folgen wir hierbei der von Max Planck bereits in den dreißiger Jahren geäußerten Auffassung über die Wissenschaftsdisziplinen: „Ihre Trennung nach verschiedenen Fächern ist ja nicht in der Natur der Sache begründet, sondern entspringt nur der Begrenztheit des menschlichen Fassungsvermögens, welche zwangsläufig zu einer Arbeitsteilung führt.“<sup>42</sup>

Wissenschaftsdisziplinen sind historisch bedingte und damit veränderliche Formen der Wissensgewinnung und Wissensreproduktion, in denen sowohl die

39 Parthey, H. (Hrsg.), *Problem und Methode in der Forschung*. Berlin: Akademie-Verlag 1978.

40 Parthey, H., *Problemsituation und Forschungssituation in der Entwicklung der Wissenschaft*. – In: *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* (Berlin). 29(1981)2. S. 172 - 182.

41 Vgl.: Parthey, H. / Schreiber, K. (Hrsg.), *Interdisziplinarität in der Forschung. Analysen und Fallstudien*. Berlin: Akademie-Verlag 1983; Parthey, H., *Interdisziplinäre Forschungssituation als Entwicklungsform der Wissenschaft*. – In: *Wissenschaft – Das Problem ihrer Entwicklung*. Band 2. Hrsg. v. G. Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988. S. 224 - 244.

Art und Weise des wissenschaftlichen Fragens als auch die Bevorzugung bestimmter methodischer Vorgehensweisen von einzelnen Wissenschaftler erworben und ausgeübt werden und in denen wissenschaftlich Tätige gesellschaftliche Anerkennung erfahren oder erringen können und institutionell etabliert werden.

Ausgehend davon, dass Wissenschaftler sich sowohl bei der Formulierung als bei der Bearbeitung von Problemen auf bestimmte Bereiche des theoretischen Wissens beziehen müssen, kann zwischen disziplinärer und interdisziplinärer Forschung in erster Näherung wie folgt unterschieden werden:

Eine Forschung ist disziplinär, wenn sich sowohl die in ihr formulierten Probleme als auch die in ihr verwendeten Methoden auf ein und denselben Bereich des theoretischen Wissens beziehen.

Eine Forschung ist interdisziplinär, wenn Problem und Methode der Forschung in verschiedenen Theorien formuliert bzw. begründet sind.

So beruhen zweigründige Erkenntnisdurchbrüche im 20. Jahrhundert auf frühen Beispielen erfolgreicher Interdisziplinarität in der Grundlagenforschung: einmal die Entdeckung in der Kernspaltung durch O. Hahn und F. Strassmann und ihre Interpretation durch L. Meitner und O. R. Frisch in den Jahren 1938/39 mit der Fächerkombination Radiochemie - Analytische Chemie - Kernphysik<sup>43</sup> und zum anderen die Aufklärung der Genstruktur durch J. D. Watson und F. H. Crick im Jahre 1953 mit der Fächerkombination Genetik und Röntgenstrukturanalyse.<sup>44</sup> Weitere frühe interdisziplinär ertragreiche und bahnbrechende Untersuchungen - ähnlich den Arbeiten von O. Hahn, L. Meitner und F. Strassmann im Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie - wurden vor allem in dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie von C. Correns, H. Speemann, O. Warburg und O. Meyerhof durchgeführt. Auch was heute als Molekularbiologie bezeichnet wird, nahm mit einem „Dreimännerwerk“ von N. V. Timofeef-Ressovsky und K. G. Zimmer aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Hirnforschung in Berlin-Buch gemeinsam mit M. Delbrück aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Berlin-Dahlem im Jahr 1935 seinen Anfang.<sup>45</sup> Obwohl am Anfang der Molekularbiologie zu Beginn der 30er Jahre des 20. Jahrhunderts aus Vertretern ver-

42 Planck, M., Ursprung und Auswirkungen wissenschaftlicher Ideen (Vortrag, gehalten am 17. Februar 1933 im Verein Deutscher Ingenieure, Berlin). – In: Planck, M., Wege zur physikalischen Erkenntnis. Reden und Vorträge. Leipzig: S. Hirzel 1944. S. 243.

43 Vgl. 40 Jahre Kernspaltung. Eine Einführung in die Originalliteratur. Hrsg. v. H. Wohlfahrt. Darmstadt 1979; Im Schatten der Sensation. Leben und Wirken von Fritz Strassmann. Dargestellt von F. Krafft nach Dokumenten und Aufzeichnungen. Weinheim – Basel 1981.

44 Watson, J.D., Die Doppelhelix. Ein persönlicher Bericht über die Entdeckung der DNS-Struktur. Reinbeck: Rowohlt 1993; Crick, F., Ein irres Unternehmen. Die Doppelhelix und das Abenteuer Molekularbiologie. München-Zürich: Piper 1988.

schiedener Disziplinen zusammengesetzte Forschergruppen noch ziemlich selten erschienen, gewinnt seit dem letzten Drittel des 20. Jahrhunderts die Auffassung an Bedeutung, dass die wissenschaftliche Problementwicklung eine Zusammenarbeit von Vertretern verschiedener Disziplinen mit zum Teil unterschiedlichen methodologischen Niveau erfordert. Zur wissenschaftsmetrischen Analyse der Interdisziplinarität in der Forschung wird in der Regel ein Indikator für die Zusammensetzung von Forschergruppen nach Diplomdisziplinen verwendet. Wesentlich interessanter sind Indikatoren für die interdisziplinäre Arbeit einzelner Wissenschaftler, die in einer Person interdisziplinäre Zusammenhänge zwischen Problem und Methode denken und bearbeiten können, d. h. in deren Problembearbeitung Methoden verwendet werden, die nicht in dem theoretischen Wissensbereich begründet sind, in dem die Probleme formuliert wurden.<sup>46</sup> In neuerer Zeit wird dies mit Transdisziplinarität bezeichnet. Peter Weingart erscheint Transdisziplinarität „als eine Steigerung von Interdisziplinarität“, wobei „die Funktion der beiden Begriffe jedoch dieselbe ist, wenn auch nicht ihre Wortbedeutung“<sup>47</sup> Damit sind Fragen der angemessenen Flexibilität von Organisationsformen der multidisziplinär Zusammensetzung von Forschungsgruppen bei inhaltlicher Dominanz der Interdisziplinarität von Problem und Methode in der Forschung, der sogenannten Transdisziplinarität angesprochen. Wirken in multidisziplinär zusammengesetzten Forschergruppen mehrere Spezialgebiete zusammen, dann entstehen interdisziplinäre Forschungssituationen nur dann, wenn ein Spezialgebiet erkennbar ist, in dem die Probleme formuliert werden (Kerngebiet) und um das sich mehrere Spezialgebiete scharen, aus denen die zur Problembearbeitung verwendeten Methoden stammen (Methodengebiete): Erweist es sich nun, dass zur Bearbeitung von Problemen Methoden benötigt werden, die nicht in dem Wissensbereich begründet sind, in dem die Probleme formuliert wurden, dann befinden sich Wissenschaftler in interdisziplinären Forschungssituationen, die oft „einen solchen Integrationsgrad erreichen, dass damit Ansätze der Heraus-

45 Timoféef-Ressovsky, N. V. / Zimmer, K. G. / Delbrück, M., Über die Natur der Genmutation und der Genstruktur. – In: Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Fachgruppe IV, Biologie, Neue Folge. 1(1935)13. S. 190 - 238.

46 Parthey, H., Forschungssituation interdisziplinärer Arbeit von Forschergruppen. - In: Interdisziplinarität in der Forschung. Analysen und Fallstudien. Hrsg. v. H. Parthey / K. Schreiber. Berlin: Akademie-Verlag 1983. S. 13 - 46; vgl. zur Diskussion dieses Indikators: Interdisziplinarität - Herausforderung an die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Festschrift zum 60. Geburtstag von Heinrich Parthey. Hrsg. v. K.-F. Wessel / W. Umstätter. Bielefeld: Kleine Verlag 1999.

47 Weingart, P., Die Stunde der Wahrheit. Zum Verhältnis der Wissenschaft zu Politik, Wirtschaft und Medien in der Wissensgesellschaft. Weilerwist: Velbrück Wissenschaft 2001. S. 348.

bildung einer neuen Forschungsrichtung erfüllt sind. Inwieweit Forschungsrichtungen dieser Art zu neuen Wissenschaftsdisziplinen werden oder in interdisziplinären Forschungssituationen längere Zeit ohne diesen Status wissenschaftlich erfolgreich gearbeitet wird, hängt letztlich von der Notwendigkeit ab, dem Wandel in der Beziehung zwischen Objektbereich der Forschung und dem Gegenstandsbereich der gesellschaftlichen Praxis auch durch Veränderungen in den Forschungs- und Lehrprofilen Rechnung zu tragen.<sup>48</sup>

## 2. *Erstattung der Aufwendungen für Wissenschaft durch Innovation*

Zum Verständnis der heutigen Wissenschaftsentwicklung gehören Faktoren, die eine Erstattung der enormen finanziellen Aufwendungen für Wissenschaft gewährleisten. Damit wird die Frage aufgeworfen, inwieweit Innovationen als erstmalige unternehmerische Nutzung von Erfindungen einen Preis auf dem Weltmarkt erzielen, der die mitunter enormen Forschungsaufwendungen vor der Fertigstellung innovativer Güter rechtfertigt.

Nun kommen auf dem Weltmarkt erzielte Preise vorerst nur den unmittelbaren Produzenten dieser wohlfeilen Güter zugute, wovon Wissenschaftler und Forschungsstätten in der Wirtschaft finanziert werden.<sup>49</sup> Ausgangspunkt für Überlegungen dieser Art sind unter anderem Verschiebungen zwischen den Anteilen, die die öffentlichen Haushalte und der Wirtschaftssektor an den Wissenschaftsausgaben im Deutschland der 90er Jahren des 20. Jahrhunderts haben. „Während von 1991 bis 1996 der Anteil der öffentlichen Haushalte an den Wissenschaftsausgaben kontinuierlich von 50,6 Prozent auf 52,7 Prozent stieg, nahm der Anteil seit 1997 wieder ab. Dagegen macht der Anteil der Wirtschaft 1998 und 1999 wieder mehr als die Hälfte aus.“<sup>50</sup> Ein weitere Zuwendung von Geldern für staatlich finanzierte Forschung, die nicht aus den staatlichen Steueraufkommen sondern vor allem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, von Stiftungen, Verbänden und Unternehmen kommen, werden in den Hochschule-

48 Parthey, H., Interdisziplinäre Forschungssituation als Entwicklungsform der Wissenschaft. - In: Wissenschaft - Das Problem ihrer Entwicklung. Band 2. Hrsg. v. G. Kröber. Berlin: Akademie-Verlag 1988. S. 241 - 242.

49 Über die Höhe von internen und externen Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft selbst sowie Wissenschaftsförderung der Wirtschaft in Deutschland Ende des 20. Jahrhunderts siehe: Grenzmann, Ch. / Marquardt, R., Wirtschaft und Wissenschaft. Statistische Grundlagen zu Forschung, Entwicklung und Wissenschaftsförderung. - In diesem Jahrbuch.

50 Bundesbericht Forschung 2000. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). Berlin 2000. S. 67.

tats zusätzlich zu den vom jeweiligen Bundesland bereitgestellten Grundausrüstung verbucht. Nach einer Berechnung des Statistischen Bundesamtes<sup>51</sup> sind es im Durchschnitt 200.100 Mark an Drittmitteln, die eine Professorenstelle den Hochschulen im Jahr einbringt. In ganz Deutschland summieren sich diese Zuwendungen 1999 auf 4,9 Milliarden Mark. Die Grundausrüstung betrug in dem genannten Jahr durchschnittlich 858.700 Mark je Professorenstelle. Mit den rund 200.000 Mark Einnahmen aus Drittmitteln kommt also noch einmal fast ein Viertel hinzu.

Die Höhe dieser eingeworbenen Mittel ist in den einzelnen Fächergruppen sehr unterschiedlich. Die höchsten Drittmiteleinnahmen mit 395.100 Mark je Professorenstelle erzielten im Bundesdurchschnitt die Professoren der Ingenieurwissenschaften an den Universitäten. Im Bereich Humanmedizin waren es 309.300 Mark, bei Mathematik und Naturwissenschaften 206.300 Mark. Wesentlich schwieriger scheint es zu sein, für die Geisteswissenschaften Drittmittel zu erhalten. Je Professorenstelle beliefen diese sich an den Universitäten in den Sprach- und Kulturwissenschaften auf durchschnittlich 52.500 Mark, in den Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften auf 63.500 Mark. Die Fachhochschulen nahmen 13.200 Mark Drittmittel je Professor ein, obwohl sie für die Forschung eigentlich keine Ausstattung zugewiesen bekommen.

Auf diesem Umstand, dass die Finanzierung der Wissenschaft nicht mehr allein dem staatlichen Steueraufkommen entnommen werden kann, weist bereits Adolf von Harnack in seiner Denkschrift vom Jahre 1909 in der frühen Gründungsgeschichte der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften hin: "Die Wissenschaft ist in ihrer Ausbreitung und in ihrem Betriebe an einem Punkt angelangt, an welchem der Staat allein für ihre Bedürfnisse nicht mehr aufzukommen vermag."<sup>52</sup> In dem sich daran anschließenden Briefwechsel Harnacks finden sich folgende Überlegungen: "Es war für die Wissenschaft eine schöne, bequem ruhige Zeit, als sie in Bezug auf die Mittel nur vom Staat abhängig war. Diese Zeit – es entwickelten sich in ihr auch Nachteile – ist jetzt schon vorbei."<sup>53</sup> In der heutigen Diskussion wird nun auf eine zunehmende „Verschränkung von Wissenschaft und Industrie“ in der „Wissensgesellschaft“ hingewiesen.<sup>54</sup> Die rasante

51 Monetäre hochschulstatistische Kennzahlen 1999. Statistisches Bundesamt (Hrsg.). Reutlingen: Verlag Metzler-Poeschel 2001.

52 50 Jahre Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften 1911-1961. Beiträge und Dokumente. Hrsg. v. d. Generalverwaltung der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Göttingen 1961. S. 91.

53 Ebenda, S. 95.

54 Wingens, M., Wissensgesellschaft und Industrialisierung der Wissenschaft. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag 1998.

Zunahme wissensbasierter Industriegüter führt im 20. Jahrhundert zu einer Wissenschaft, die in Bezug auf ihre Finanzierbarkeit zunehmend von der Innovationskraft der Wirtschaft durch Erfindungen abhängig geworden ist.

Im Unterschied zum Erkenntnisproblem ist das technische Entwurfsproblem durch Erfindungen lösbar, die eine Veränderung von Naturerscheinungen als Struktur entwerfen, damit zur beabsichtigten Funktion auch eine funktionserfüllende Struktur geschaffen wird. Dabei werden technische Gebilde zuerst entworfen und danach zur beabsichtigten Zielstellung als funktionserfüllende Struktur gestaltet und schließlich, wenn möglich, ökonomisch als Innovation verwertet.

In diesem Zusammenhang kommt der Bezeichnung „Innovation“ eine Bedeutung zu, die von der umgangssprachlich üblichen verschieden ist. So findet sich in einem Bulletin der Europäischen Union des Jahres 1995 der Hinweis darauf, dass es sich nach der von der OECD im Frascati-Handbuch vorgeschlagenen Definition um die Umsetzung einer Idee in neue oder verbesserte käufliche Produkte oder Dienstleistungen, in operationale Verfahren in Industrie oder Handel oder in eine neue Form sozialer Dienstleistungen handelt.<sup>55</sup> Dazu heißt es weiter: „Hier ist der Prozess gemeint. Wenn hingegen mit „Innovation“ gemeint ist, dass sich neue oder verbesserte Produkte, Geräte oder Dienstleistungen auf dem Markt durchsetzen, ist das Schwergewicht auf das Ergebnis des Prozesses gelegt. Das kann zu Verwirrung führen: Wenn von Innovationsdiffusion die Rede ist, meint man den Prozess, also die Methoden und Verfahren, die Innovationen ermöglichen oder aber die Ergebnisse, also neue Produkte? Das ist ein beträchtlicher Unterschied.“<sup>56</sup>

Das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe versteht unter Innovation: „alle technisch neuen oder verbesserten Produkte und Verfahren und deren Einführung in den Markt, bzw. in die Produktion, die überwiegend auf Forschung und Entwicklung zurückführbar sind.“<sup>57</sup>

Wissenschaftlich haben den Begriff „Innovation“ zuerst Botaniker in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts verwendet, und zwar zur Beschreibung der überaus weit verbreiteten Erscheinung, dass die vegetative Fähigkeit von älteren auf neuere Teile der Pflanze übergeht.<sup>58</sup> In analoger Weise haben Ökonomen beginnend mit

55 Grünbuch zur Innovation. Beilage 5/95 zum Bulletin der Europäischen Union. Luxemburg: Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften 1996. S. 12.

56 ebenda

57 Deutscher Delphi-Bericht zur Entwicklung von Wissenschaft und Technik. Bonn, August 1993, S. 13.

58 Denffer, D. von / Ziegler, H. / Ehrendorfer, F. / Bresinky, A., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet von E. Strasburger, F. Noll, H. Schenk und A.F.W. Schimper. Jena 1896. 32. Auflage Jena 1983. S. 148.

der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die wirtschaftliche Erscheinung mit Innovation bezeichnet, bei der die ökonomische Effektivität von alter auf neue Technik beziehungsweise von älteren Produkten und Verfahren auf neuere übergeht.<sup>59</sup> Dabei wird davon ausgegangen, dass neue Produktionsverfahren und neue Produkte auf dem Markt die Waren derart wohlfeiler werden lassen, dass wenn sie auf finanzierbare Bedürfnisse treffen, die Waren unter Umständen über ihren Fertigungskosten verkauft werden können. Dasselbe Verhältnis kann stattfinden gegenüber dem Land, wohin Waren gesandt und woraus Waren bezogen werden: dass dieses Land mehr Fertigungsarbeit in natura gibt, als es erhält, und das es doch hierbei die Ware wohlfeiler erhält, als es sie selber produzieren könnte. In einer wissenschaftsbasierten Industrie heißt das folgendes: Neuer Technik kann nur dann die Eigenschaft der Innovation zukommen, wenn mittels ihrer Wohlfeilheit auf dem Weltmarkt Preise in einer solchen Höhe realisiert werden können, dass die mitunter enormen forschungsseitigen Vorleistungen für die Fertigung neuer Technik denjenigen zurückerstattet werden, die sie weltweit als erste aufgewendet haben. Ohne die Chance einer solchen Zurückerstattung durch Innovation müssten die zunehmenden finanziellen Aufwendungen für Wissenschaft in jedem Land für sich durch das in ihm begrenzte Steueraufkommen getragen werden. Nur wenn auf dem Weltmarkt für neue wissenschaftsbasierte Technik ein Preis in einer solchen Höhe erzielt wird, dass die wissenschaftsseitigen Vorleistungen für die Fertigung dieser neuen Technik denjenigen zurückerstattet werden, die sie weltweit als erste aufgewendet haben, haben Länder, die den wissenschaftlich-technischen Fortschritt gestalten, die Chance, dass ihnen die mitunter enormen finanziellen Aufwendungen dafür zurückerstattet werden.

Im Unterschied zu Entdeckungen, die zu neuen Wissen führen, und Erfindungen, die neue Technik entwerfen, sollte unter Innovation nur die neue Technik verstanden werden, die am Markt erstmalig eingeführt einen über die Fertigungsaufwendungen hinausgehenden Extragewinn mindestens in einer solchen Höhe realisieren lässt, die die vor der Fertigung liegenden Aufwendungen für das Zustandekommen der neuen Technik rechtfertigt, darunter vor allem die wachsenden Aufwendungen für die Forschung.

Noch im 19. Jahrhundert hatten Erfindungen einen eher lockeren Bezug zur Wissenschaft. Mit der Elektrotechnik wurde im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts aber bereits deutlich: Bedeutende technische Erfindungen entstehen auf der

59 Vgl.: Marx, K., *Le Capital*. Paris 1872 bis 1875. - In: Marx, K. / Engels, F., Gesamtausgabe (MEGA), Band II/7 Text. Berlin 1989. S. 543; Schumpeter, J.A., *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und Konjunkturzyklus*. Leipzig 1912. Zweite Auflage 1926. Neuauflage: Berlin 1952; Freeman, Ch., *The Economics of Industrial Innovation*. Harmondsworth 1974.

Grundlage wissenschaftlicher Entdeckungen und forschungsintensive Industrien müssen im genannten Sinne innovativ sein.

Heute wird nun für Stätten physikalischer Forschung (ohne enge Verbindung zur Fertigung und zur Produktenentwicklung) eingeschätzt, dass „parallel mit einem wachsenden Bedarf an Physikern in der Informations- und Kommunikationstechnik und der Softwaretechnik, in der Managementberatung, in Versicherungen und in Banken die Bedeutung der Industrie als Träger physikalischer Grundlagenforschung weitgehend verschwunden ist. Die Zeit, in der sich industrielle Forschungsabteilungen wie die Bell Laboratories in der physikalischen Grundlagenforschung einen Namen machten, ihre Mitarbeiter sogar Nobelpreise bekamen, scheint abgelaufen. ... An die Stelle von eigener Forschung ist die Kooperation mit staatlichen Forschungsinstituten und Universitäten, aber auch der Kauf von Ergebnissen und Patenten getreten, die aus öffentlich finanzierten Instituten oder aus dem Ausland stammen.“<sup>60</sup>

In allen Ländern - und vor allem in ihrem forschungsintensiven Bereich - lässt sich seit langem eine Tendenz zur Globalisierung feststellen, die sich vermehrt in einer Internationalisierung der Produktion und in immer noch steigenden Export- und Importquoten in Erscheinung tritt. In Deutschland beträgt 1999 die Exportquote des forschungsintensiven Sektors im Schnitt 49 von Hundert (im folgenden mit vH gekürzt), d. h. die forschungsintensiven Industrien Deutschlands erzielen mittlerweile fast die Hälfte ihres Gesamtumsatzes im Ausland (1996: gut 43 vH).<sup>61</sup>

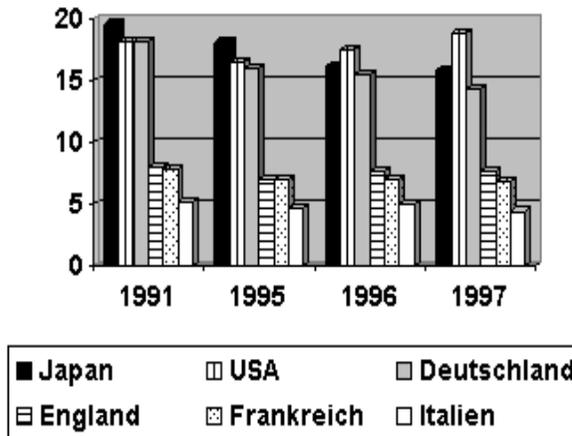
Die Welthandelsanteile der OECD-Länder bei forschungsintensiven Gütern weist für Deutschland wie Abbildung 4 zeigt, eine hohen, in den Jahren 1991 bis 1997 allerdings rückläufigen Anteil aus. Der forschungsintensive Sektor der Industrie umfasst Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz von über 3,5 vH. Nun ist es sinnvoll, den forschungsintensiven Sektor der Industrie in zwei Bereichen nach der Höhe der Forschungs- und Entwicklungsintensität zu unterscheiden, und zwar in Spitzentechnik, d. h. Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz von über 8,5 vH und höherwertige Technik, d. h. Güter mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz zwischen 3,5 bis 8,5 vH. Die Unterscheidung zwischen spitzen- und

60 Pobell, F. / Stäudner, F., Stätten physikalischer Forschung: Universitäten, staatliche Forschungsinstitute und Industrie. – In: Physik - Themen, Bedeutung und Perspektiven physikalischer Forschung: Denkschrift zum Jahr der Physik. Ein Bericht an Gesellschaft, Politik und Industrie. Hrsg. v. Deutsche Physikalische Gesellschaft. Bad Honnef: Deutsche Physikalische Gesellschaft 2000. S. 193.

61 Siehe: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands. Zusammenfassender Endbericht 1999. Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung 2000. S. 21.

Abbildung 4: *Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei forschungsintensiven Gütern.*

*Quelle: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.*



höherwertiger Technik gibt weiterhin Aufschluss darüber, inwieweit sich ein Land in Bereichen engagiert, in denen eine enorm aufwendige Forschungs- und Entwicklung betrieben wird, oder in Bereichen, in denen - gemessen an der Breitenwirkung - zwar ein überdurchschnittlicher, jedoch deutlich geringer Aufwand an Forschung und Entwicklung betrieben wird.

Abbildung 5 zeigt, dass der Bereich der höherwertigen Technik nach wie vor eine Domäne Deutschlands ist. Deutschland verdankt vor allem diesem Bereich seine relativ robuste Stellung im internationalen Wettbewerb. Jedoch erst Spitzentechnik erzielt fast durchweg höhere Exportüberschüsse als andere Güter und erst die für sie auf dem Weltmarkt erzielbaren Extragewinne rechtfertigen ökonomisch umfassend die heute mitunter enormen forschungsseitigen Vorleistungen. Deutschland hat bei einer Durchschnittsbetrachtung eine im Vergleich mit den USA viel schwächere Ausprägung bei Spitzentechnologien im genannten Sinne: 12 bis 15 vH der Industriewarenausfuhren stammen aus diesen Industrien und in den USA sind es 25 bis 30 vH. In den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts, wie Abbildung 6 zeigt.

Die nach wie vor sichtbare deutsche Stärke im internationalen Handel, die sich an deutlich positiven Zuwachsraten der Handelsbilanzen zeigt, beruht immer jedoch weniger auf Spitzentechnologie, sondern eher auf ausgereifter gängiger Technologie.

Abbildung 5: *Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei höherwertiger Technik.*

Quelle: *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000.*  
 Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.

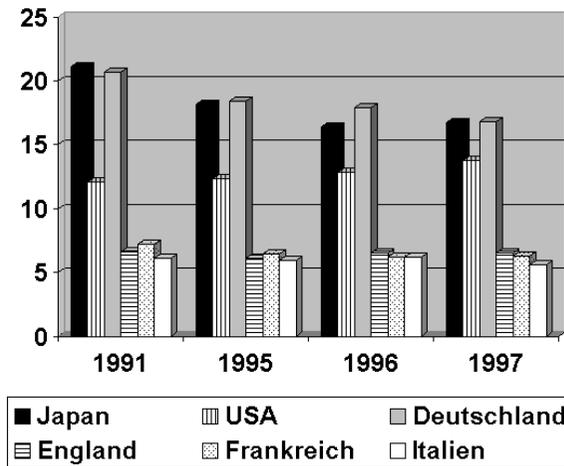


Abbildung 6: *Welthandelsanteile von OECD-Ländern bei Spitzentechnik.*

Quelle: *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000.*  
 Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.

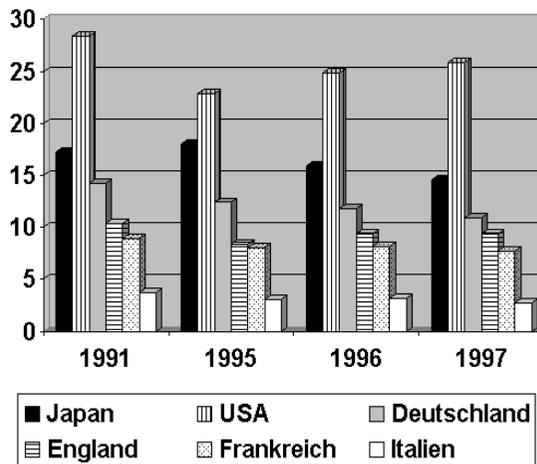


Abbildung 7: *Export/Import-Relation (RCA) von OECD-Ländern in höherwertiger Technik.*

Quelle: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000. Anhang S. XVII.

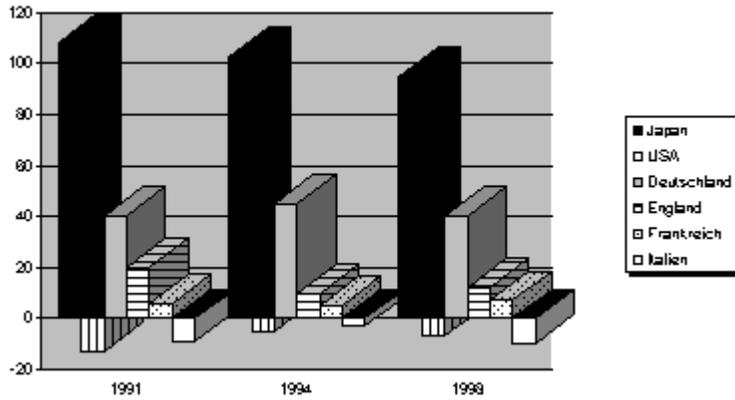


Abbildung 8: *Export/Import-Relation (RCA) von OECD-Ländern in Spitzentechnik.*

Quelle: Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000. Anhang S. XVII.

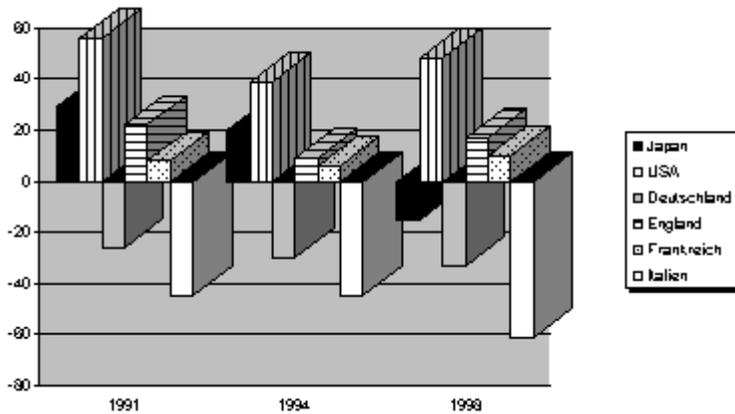


Abbildung 9: *Patentaktivitäten (RPA) von OECD-Ländern in höherwertiger Technik.*

Quelle: *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000.*  
 Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.  
 Anhang S. XV.

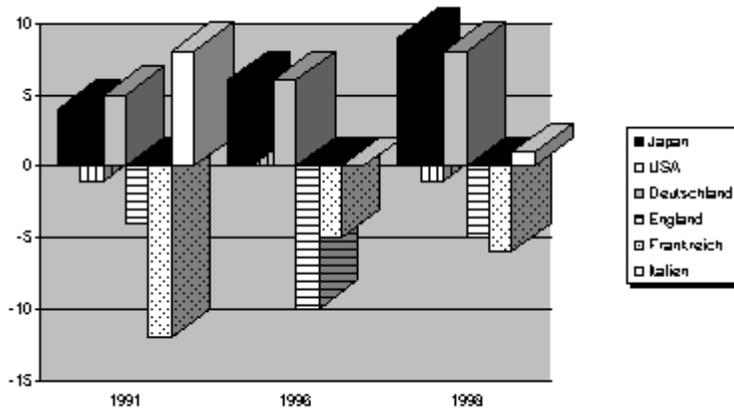
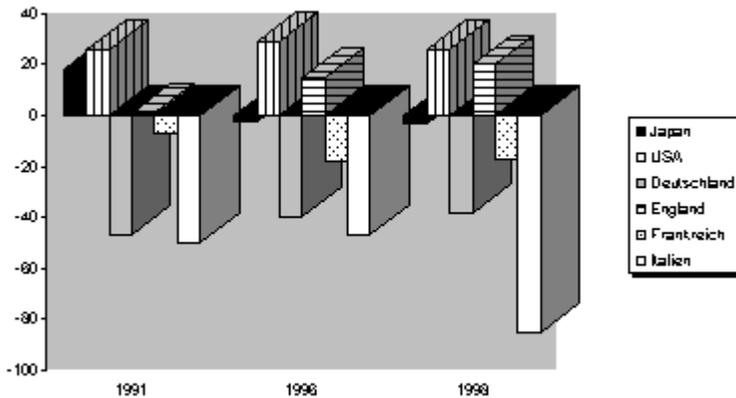


Abbildung 10: *Patentaktivitäten (RPA) von OECD-Ländern in Spitzentechnik.*

Quelle: *Zur technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands - Bericht 2000.*  
 Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.  
 Anhang S. XV.



Wenn nun auch bei höherwertiger Technik ein Nachlassen Deutschlands Außenhandelsstellen festzustellen ist, wie Abbildung 5 zeigt, dann muss insgesamt gesagt werden, dass die Chance forschungsseitige Aufwendungen über den Weltmarkt erstattet zu bekommen, sich in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts deutlich verringert hat.

### 3. *Patentaktivität und Export-Import-Relation*

Wenn Überlegungen darüber sinnvoll sind, inwieweit mit dem Begriff „Innovation“ auch Möglichkeiten einer Rechtfertigung der einer Innovation vorausgehenden Aufwendungen, darunter auch die Finanzierung der Wissenschaftsentwicklung eines Landes verbunden sind, dann kann dazu das Konzept des „Revealed Comparative Advantage“ (RCA) verwendet werden<sup>62</sup>: Der RCA gibt an, inwieweit die Export-Import-Relation bei einer bestimmten Produktgruppe von der Außenhandelsposition bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt abweicht. Stimmt die Ausfuhr-Einfuhr-Relation der betrachteten Warengruppe mit der bei verarbeiteten Industriewaren insgesamt überein, so nimmt der RCA den Wert Null an. Positive Vorzeichen weisen auf komparative Vorteile hin, also auf eine starke internationale Wettbewerbsposition der betrachteten Warengruppe im betrachteten Land. Es kann angenommen werden, dass dieser Zweig als besonders wettbewerbsfähig einzustufen ist, weil ausländischen Konkurrenten im Inland relativ gesehen nicht in dem Maße Fuß fassen konnten, wie es dieser Branche ihrerseits im Ausland gelungen ist. Diese Export/Import-Relation kann auch für Länder berechnet werden, und zwar im Gebiet der höherwertigen Technik, wie Abbildung 7 zeigt, und in der Spitzentechnik, wie in Abbildung 8 ersichtlich.

Ein Vergleich beider Abbildungen weist unmittelbar auf den bereits beschriebenen Sachverhalt hin: Die nach wie vor sichtbare Stärke Deutschlands im internationalen Handel beruht weniger auf Spitzentechnologie (vergleiche Abbildung 8, die durch negative Vorzeichen auf komparative Nachteile Deutschlands im internationalen Wettbewerb hinweist), sondern eher auf höherwertige Technologie (vergleiche Abbildung 7, die durch positive Vorzeichen komparative Vor-

62 Dankenswerter Weise entstanden als allgemein zugängliche Materialien ein Gutachten im Auftrag des Bundesministerium für Bildung und Forschung „Zur technologischen Leistungsfähigkeit. Zusammenfassender Endbericht 1999“, Januar 2000, vorgelegt durch das Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim, Niedersächsische Institut für Wirtschaftsforschung, Hannover, Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin, Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Karlsruhe, Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, Essen.

teile Deutschlands in der internationalen Wettbewerbsposition zu Ausdruck bringt).

In analoger Weise wie bei der Export/Import-Relation (RCA) kann von einer relativen Patentaktivität (RPA) gesprochen werden: Positives Vorzeichen bedeutet, dass der Anteil an den Patenten auf diesem Gebiet höher ist als bei Patenten insgesamt. Dieser relative Patentanteil kann wiederum auch für Länder berechnet werden, und zwar im Bereich der höherwertigen Technik, wie Abbildung 9 zeigt, und im Bereich der Spitzentechnik, wie Abbildung 10 zeigt. Dabei nimmt die Patentaktivität positive Werte an, wenn das zu untersuchende Land einen größeren Patentanteil auf einem bestimmten Teilgebiet platziert als alle übrigen Länder im Durchschnitt. Ein Vergleich beider Abbildungen 9 und 10 weist auf eine erstaunlich unterschiedliche Situation in der Patentaktivität von Deutschland in den 90er Jahren des 20. Jahrhunderts hin: Ein durchgehend höherer Anteil von Patenten bei höherwertiger Technik als bei Spitzentechnik.

Abbildung A im Anhang lässt fragen, ob die Ausfuhr-Einfuhr-Relation für das Jahr 1999 von der Patentaktivität der Jahre 1995-98 für höherwertige Technik abhängt.

Erstaunlicherweise ist Deutschlands Weltmarktergebnis auch in Bereichen der höherwertigen Technik relativ robust, in denen die Erfindertätigkeit nachgelassen hat, so Arzneimittel, worauf Abbildung A im Anhang hinweist. Vorgestellte Abbildung B im Anhang weist daraufhin, dass neue Technologiefelder in Deutschland nicht schnell genug aufgegriffen werden und dass die Gefahr besteht, den Anschluss an neue Technologien zu verlieren. Damit wäre die Chance vertan, die forschungsseitigen Aufwendungen für Spitzentechnik durch Extragewinne für Innovationen über den Weltmarkt zurückerstattet zu erhalten. Vertan wäre auch die Chance für neue Arbeitsplätze und mehr Beschäftigung in Spitzentechnik als bei höherwertiger Technik. Neue Arbeitsplätze mit Hochlohn entstehen weiterhin fast ausschließlich in wissenschaftsbasierten Bereichen mit Spitzentechnik. Hierin liegt auch die Chance, dass Deutschland das bleibt, was es seit Entstehung wissenschaftsbasierter Industrien war, ein Hochlohnland.

Anhang: *Patentaktivitäten und Export/Import-Relation in Technologiefeldern Deutschlands zu Ende des 20. Jahrhunderts.*

Abbildung A: *Patentaktivitäten (RPA) 1995/98 und Export/Import-Relation (RCA) 1999 bei höherwertiger Technik in Deutschland.*  
 Quelle: Bundesbericht Forschung 2000, Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Berlin 2000.

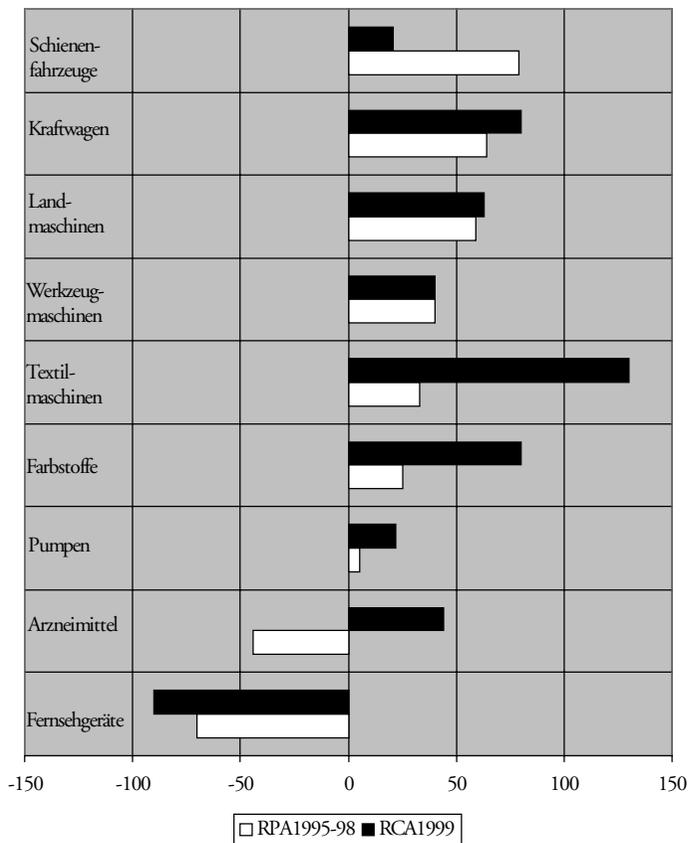
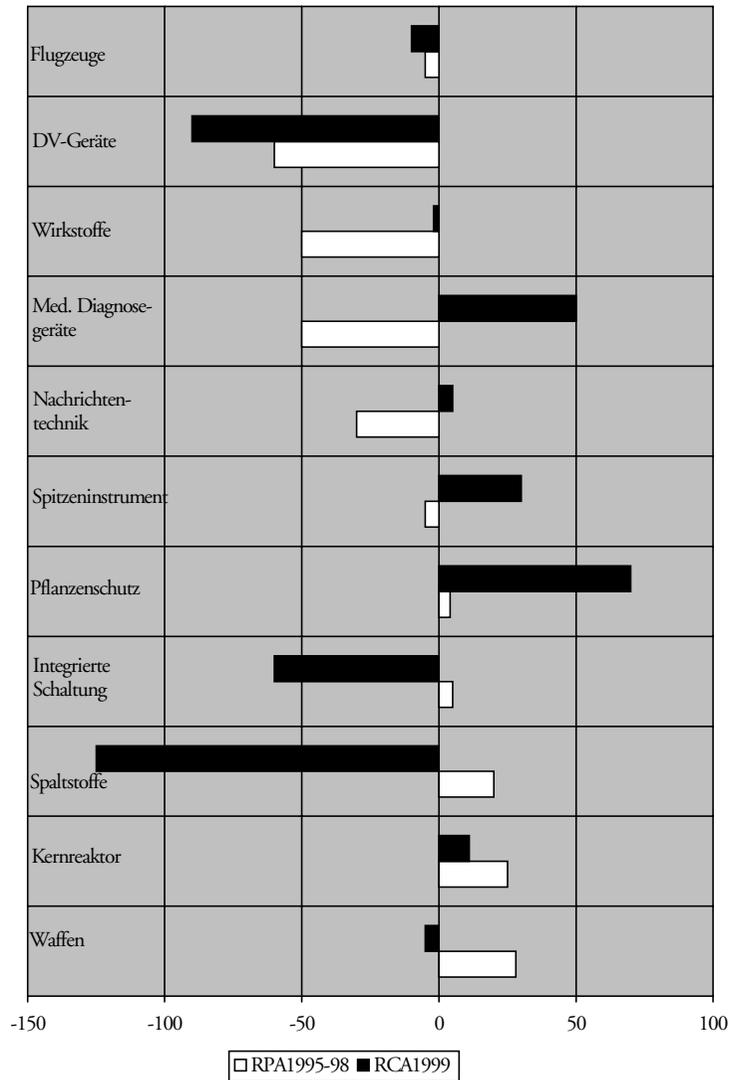


Abbildung B: *Patentaktivitäten (RPA) 1995/98 und Export/Import-Relation (RCA) 1999 bei Spitzentechnik in Deutschland.*  
 Quelle: Bundesbericht Forschung 2000, Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.). Berlin 2000.





---

Gesellschaft für  
Wissenschaftsforschung



Heinrich Parthey,  
Günter Spur (Hrsg.)

**Wissenschaft  
und  
Innovation**

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch 2001

**Sonderdruck**

Mit Beiträgen von:

*Wolfgang Biedermann • Manfred Bonitz •  
Werner Ebeling • Klaus Fuchs-Kittowski •  
Siegfried Greif • Christoph Grenzmann •  
Horst Kant • Mathias Köbel •  
Rüdiger Marquardt • Heinrich Parthey •  
Andrea Scharnhorst • Tankred Schewe •  
Günter Spur • Walther Umstätter*

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch **2001**

---

Deutsche Nationalbibliothek  
**Wissenschaft und Innovation:**  
**Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001 /**  
Heinrich Parthey; Günter Spur (Hrsg.). -  
Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2011.  
ISBN: 978-3-934682-55-9

2. Auflage 2011  
Gesellschaft für Wissenschaftsforschung  
c/o Institut für Bibliotheks- und  
Informationswissenschaftswissenschaft  
der Humboldt-Universität zu Berlin  
Unter den Linden 6, D-10099 Berlin  
<http://www.wissenschaftsforschung.de>  
Redaktionsschluss: 15. März 2011  
This is an Open Access e-book licensed under  
the Creative Commons License BY  
<http://creativecommons.org/licenses/by/2.0/>