

Finanzierbarkeit der Wissenschaft durch Innovation in der Wirtschaft

In der frühen Industriegesellschaft hat Charles Babbage in seinem Werk „Die Ökonomie der Maschine“¹ - in den dreißiger Jahren des 19. Jahrhunderts - darauf hingewiesen: „Die Wirkung des verbesserten Maschinenwesens im reichen Land wird am gemeinsamen Markt dadurch verspürt werden, daß der Preis des Artikels ein wenig fällt, und dies gibt dem Fabrikanten des armen Landes den ersten Wink, der nun durch erhöhten Fleiß und Sparsamkeit in seiner Fabrik den Abschlag im Verkaufspreis zu decken versucht und bald erkennen muß, daß diese Abhilfe nur vorübergehend ist, indem der Marktpreis zu fallen fortfährt.“² „In dieser Periode fühlt der Fabrikant des armen Landes zuerst die Wirkungen der Konkurrenz, und wenn zwischen der ersten Einführung der neuen Verbesserung im reichen Land und dem Anfang der ihrer Anwendung im armen auch nur ein Zeitraum von zwei bis drei Jahren liegt, so wird doch der Erfinder, *vorausgesetzt sogar, daß er in dieser Zeit keine weiteren Verbesserung angebracht habe, einen so größeren Teil der erforderlichen gewesen Auslagen schon gedeckt haben, daß er eine viel größere Reduktion im Preis seines Produktes vornehmen kann*, wodurch der Gewinn seines Nebenbuhlers notwendig geringer ausfallen muß als der seinige.“³

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.⁴ In analoger Weise haben Ökonomen beginnend mit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts wirtschaftliche Erscheinungen mit Innovation bezeichnet, bei der die ökonomische Effektivität von alter auf neue Technik beziehungsweise von älteren Produkten und Verfahren auf neuere

1 Babbage, Ch., Die Ökonomie der Maschine. Erw. u. red. Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenberg aus dem Jahr 1833. Berlin: Kulturverlag Kadmos 1999.

2 Ebenda, S. 266.

3 Ebenda, S. 266 – 267.

4 Siehe: 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.

übergeht.⁵ Dabei wird davon ausgegangen, dass neue Produktionsverfahren und neue Produkte auf dem Markt die Waren derart wohlfeiler werden lassen, dass wenn sie auf Bedarf 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.

Forschung 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.“⁶ 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 Preis mindestens in einer solchen Höhe realisieren lässt, das die vor der Fertigung liegenden finanziellen Aufwendungen für das Zustandekommen der neuen Technik derjenigen Region zurückerstattet werden können, die sie als erste aufgewendet hat.⁷

Dieses Problem hatte sich bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts gestellt und wurde von Adolf von Harnack 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.“⁸

- 5 Vgl.: Marx, K., *Le Capital*. Paris 1872 - 1875. – In: Marx, K. / Engels, F., Gesamtausgabe (MEGA), Band II/7 Text. Berlin: Dietz Verlag 1989. S. 543 (Dort heißt es: „Comme le fer et le charbon sont les grands leviers del l'industrie moderne, on ne saurait exagerer l'importance de cette innovation.“); Schumpeter, J. A., *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. Eine Untersuchung über Unternehmerrgewinn, Kapital, Kredit, Zins und Konjunkturzyklus. Leipzig 1912. Zweite Auflage 1926. Neuaufgabe: Berlin 1952; Freeman, Ch., *The Economics of Industrial Innovation*. Harmonswoth 1974.
- 6 Rescher, N., *Wissenschaftlicher Fortschritt*. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung. Berlin - New York: de Gruyter 1982. S. 76.
- 7 Siehe: Parthey, H., *Wissenschaft und Innovation*. - In: *Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97*. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi -Verlag 1998. Zweite Auflage: Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2010 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 9 - 32.
- 8 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.

1. Entwicklung wissenschaftlicher Institutionen nach dem Aufkommen wissenschaftsbasierter Wirtschaft im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts

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.⁹ 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,¹⁰ und der Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige wie der chemischen Industrie¹¹ 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,¹² die Wilhelm Ostwald noch zwei Jahrzehnte später als einen „ganz neuen Typus wissenschaftlicher Einrichtungen“ bezeichnete.¹³ 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

9 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.

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

11 Zott, R., Die Umwandlung traditioneller Gewerbe in wissenschaftsbasierte Industriezweige: das Beispiel chemische Industrie – das Beispiel Schering. – In: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 1996/97. Hrsg. v. Siegfried Greif, Hubert Laitko u. Heinrich Parthey. Marburg: BdWi - Verlag 1998. Zweite Auflage: Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2010 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 77 – 95.

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

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

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 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.¹⁴ 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,¹⁵ erfolgten in Berlin die Gründungen mehrerer lehrunabhängiger Forschungsinstitute im Rahmen der über drei Jahrzehnte (1911-1945) existierenden Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (KWG), die sowohl vom Staat als auch von der Wirtschaft finanziert wurden.¹⁶ So wies Emil Fischer im Oktober 1912 bei der Einweihung des Kaiser-Wilhelm-Instituts (KWI) 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.“¹⁷ 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 ma-

- 14 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: Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung: Jahrbuch 2001. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. Zweite Auflage: Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2011 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 129 – 142.
- 15 Vgl. McClelland, Ch.E., *State, Society and University in Germany 1700-1914*. Cambridge 1980.
- 16 *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.
- 17 Ebenda, S. 150.

schinelle 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.¹⁸ 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 Chemie, „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.“¹⁹ 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

18 Ebenda, S. 82.

19 Ebenda, S. 82 - 83.

Aufwandes jedes Hochschulgefüge sprengen müsste. Die Institute für Eisenforschung, Kohlenforschung und Arbeitsphysiologie seien als Beispiele genannt.“²⁰ 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;²¹ zweitens die wachsenden Lehrverpflichtungen für Hochschullehrer, die ein Arbeiten eingedenk der Mahnung von Wilhelm von Humboldt „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 August 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.“²² 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,²³ was auch wissenschaftlich ertragreich eingetreten ist.

In der Tätigkeit der Generalverwaltung der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft wurde Ende der zwanziger Jahre des 20. Jahrhunderts folgende Einteilung der Kaiser-Wilhelm-Institute nach den Quellen ihrer Finanzierung entwickelt und angewendet²⁴: *A-Institute, die aus privaten Mitteln mit geringen Zuschüssen aus öffentlichen Mitteln finanziert wurden* (1. Aerodynamische Versuchsanstalt, 2.

20 Ebenda, S. 7 - 8.

21 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. Jahrhunderts. - In *Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2001*. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Berlin: Gesellschaft für Wissenschaftsforschung 2002. Zweite Auflage 2011 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek]. S. 143 - 172.

22 *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.

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

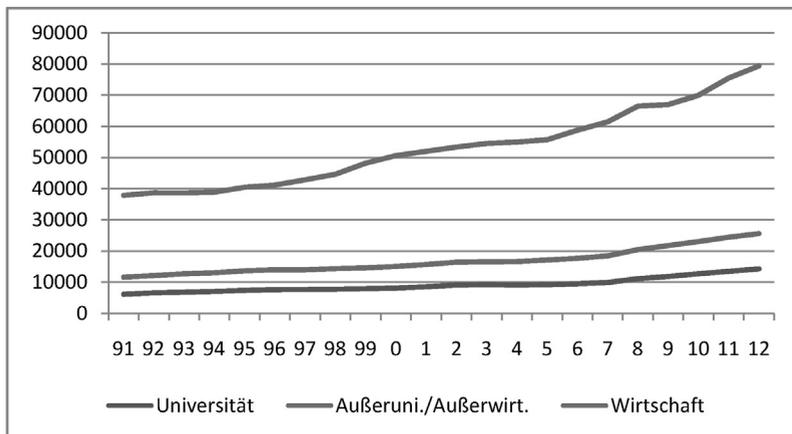
KWI für Chemie, 3. Eisenforschung, 4. Kohlenforschung/Mülheim, 5. Kohlenforschung/Breslau, 6. Metallforschung, 7. Züchtungsforschung); *B-Institute, die aus öffentlichen und privaten Quellen finanziert wurden* (1. KWI für Strömungsforschung, 2. Arbeitsphysiologie, 3. Biochemie/Abteilung Tabakforschung, 4. Hydrobiologische Anstalt der KWG, 5. Deutsche Forschungsanstalt für Psychiatrie, 6. Vogelwarte Rossitten der KWG, 7. KWI für Faserstoffchemie, 8. Silikatforschung, 9. Lederforschung, 10. Deutsches Entomologisches Institut der KWG, 11. KWI für ausländisches und internationales Privatrecht, 12. Zellphysiologie); *C-Institute, die vollständig aus öffentlichen Mitteln finanziert wurden* (1. KWI für Biologie, 2. Deutsche Geschichte, 3. experimentelle Therapie, 4. Biochemie, 5. Hirnforschung, 6. physikalische Chemie und Elektrochemie, 7. Physik, 8. ausländisches öffentliches Recht und Völkerrecht, 9. Anthropologie, menschliche Erblehre und Eugenik, 10. medizinische Forschung); *D-Institute, die zwar aus öffentlichen Mitteln finanziert wurden, aber, da gemeinsam mit anderen in- und ausländischen Trägern betrieben, von der KWG einen festen Zuschuß erhielten* (1. Biologische Station Lunz, 2. Observatorium Sonnblick, 3. Forschungsanstalt für Wasserbau und Wasserkraft, 4. Physiologisches Institut der Universität Halle/Abt. Abderhalden, 5. Deutsch-Italienisches Institut für Meeresbiologie/Rovigno, 6. Zoologische Station Neapel).

2. Wissenschaftsausgaben Deutschlands im 21. Jahrhundert

Nach den zwischen Staat und Wirtschaft aufgeteilt finanzierten Instituten der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts entwickeln sich die Wissenschaftsausgaben in Deutschland zwischen dem Staat für die Universitäten, zwischen dem Staat und der Wirtschaft für außeruniversitäre und ausserwirtschaftlichen Institutionen sowie der Wirtschaft für Wissenschaft wie Abbildung 1 zeigt. 247,4 Milliarden Euro - soviel wurde in Deutschland 2012 insgesamt für Bildung, Forschung und Wissenschaft ausgegeben. Die Summe setzt sich nach Angaben des Statistischen Bundesamts aus vielen einzelnen Posten zusammen. Dazu gehören unter anderen die staatlichen Zuschüsse für Kitas, Schulen, Hochschulen genauso wie Forschungsausgaben der Wirtschaft. Die Steigerung ist vor allem auf erhöhte Mittel für Forschung und Entwicklung zurückzuführen (plus vier Milliarden Euro). Allein die Wirtschaft investierte hier 2,7 Milliarden Euro zu-

24 MPG-Archiv, I. Abt. Rep. I A, Nr. 361. Dazu Peter Christian Witt, Wissenschaftsfinanzierung zwischen Inflation und Deflation: Die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft 1918/19 bis 1934/35. - In: Forschung im Spannungsfeld von Politik und Gesellschaft. Geschichte und Struktur der Kaiser-Wilhelm-/Max-Planck-Gesellschaft. Hrsg. v. Rudolf Vierhaus u. Bernhard vom Brocke. Stuttgart 1990. S. 619-621.

Abbildung 1: *Wissenschaftsausgaben in Deutschland (in Millionen Euro).*
(Quelle: Statistisches Bundesamt).



sätzlich, der Staat noch einmal knapp eine Milliarde Euro mehr als im Jahr zuvor. Die höheren Staatsausgaben führten die Statistiker unter anderem auf die Exzellenzinitiative der Universitäten zurück. Insgesamt wurden in Deutschland 2012 für die Forschung 79,5 Milliarden Euro ausgegeben.

Das entspricht dem Niveau des Vorjahres. Für die betriebliche Weiterbildung wurden 10,4 Milliarden Euro ausgegeben, für Krippen, Horte und die Jugendarbeit 10,5 Milliarden Euro.

Insgesamt entsprachen die Bildungs- und Forschungsausgaben 9,3 Prozent des Bruttoinlandsproduktes im Jahr 2012. Deutschland hat also die Zehnprozentmarke, die sich Bund und Länder als Ziel für das Jahr 2015 gesetzt haben, noch nicht erreicht. Vor allem der Bildungsanteil ist zu gering und bleibt noch unter den dafür angepeilten sieben Prozent. Der Anteil von drei Prozent, der für den Bereich Forschung und Entwicklung vorgesehen ist, ist dagegen bereits erreicht.

Bund, Länder und Gemeinden hatten in ihren Etats für 2013 Bildungsausgaben von 116,6 Milliarden Euro veranschlagt. Das waren 4,6 Milliarden Euro mehr als im Vorjahr und so viel wie nie zuvor, wie aus dem Bildungsfinanzbericht des Statistischen Bundesamts hervorgeht. Endgültige Zahlen gibt es erst für 2010, als die öffentlichen Ausgaben für Bildung 106,3 Milliarden Euro betragen. Der Bund trug davon 7,8 Milliarden Euro, die Länder 75,1 Milliarden Euro und die Gemeinden 23,4 Milliarden Euro. Bei den Ausgaben für Forschung und Entwicklung hat Deutschland 2012 erstmals das Ziel eines dreiprozentigen An-

teils am Bruttoinlandsprodukt erreicht, meldete die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz von Bund und Ländern. Die Ausgaben hätten bei 2,98 Prozent gelegen. Damit entspreche Deutschland der Strategie Europa 2020. Im Jahr 2011 habe Deutschland 75,5 Milliarden Euro für Forschung und Entwicklung ausgegeben. Den größten Posten - nämlich 134,9 Milliarden Euro - machen die direkten Ausgaben für formale Bildungseinrichtungen aus. Darunter fassen die Statistiker das Geld zusammen, das für Lehrkräfte und anderes Personal an Kitas, Schulen und Hochschulen benötigt wird. Ebenso gehören die Ausgaben für Lehrmittel an diesen Einrichtungen dazu und Bau, Energie, Reinigung und Erhaltung von Schulgebäuden. Genauer aufgeschlüsselt ist dieser große Bereich in dem Bericht der Statistiker nicht.

3. Export und Import Deutschlands

In der wissenschaftsbasierten Wirtschaft kommt neuer Technik nur dann die Eigenschaft der Innovation zu, wenn mittels ihrer Wohlfeilheit auf dem Weltmarkt Preise in einer solchen Höhe realisiert werden können, dass mindestens 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. Dabei wird auf das Erfolgsgeheimnis jener Betriebe hingewiesen, die den höchsten Beitrag zum verfügbaren Endprodukt leisten: beständige Erneuerung der Erzeugnisse entsprechend den Bedürfnissen der Märkte plus Erneuerung der Technologien zur Senkung der Kosten. Mit diesem Prozess verbunden wird ein gewichtiger Teil des produzierten Bruttoinlandsprodukts über den Export sowohl stofflich als auch wertmäßig realisiert und über den Import stofflich entsprechend den Bedürfnissen der nationalen Reproduktion umstrukturiert. Die Produktivkräfte und der Grad der Vergesellschaftung der Arbeit haben sich über die nationalen Volkswirtschaften hinaus derart weit entwickelt, dass die von ihnen erbrachten Vorleistungen für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt nur über den Weltmarkt zurückerstattet werden können.

Dabei gibt es drei Möglichkeiten:

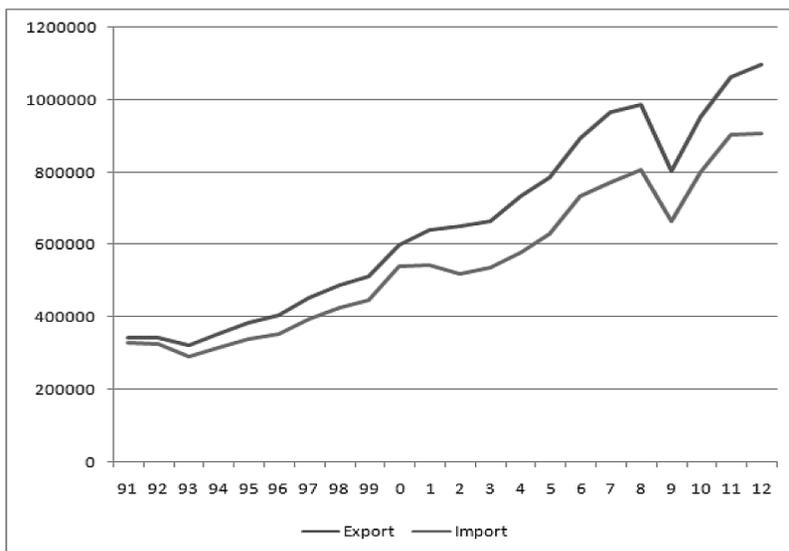
Erstens: Die importierten Güter können wertmäßig durch die exportierten Güter ausgeglichen werden.

Zweitens: Wegen der in der Innovationskonkurrenz auf dem Weltmarkt geringeren Wohlfeilheit jeder exportierten Waren gegenüber den importierten muss für ein gegebenes Importvolumen ein zum nationalen Wert hohes Exportvolumen erwirtschaftet werden. Dadurch werden die enormen forschungsseitigen Vorleistungen für die Originalarbeit ausländischer Betriebe und Volkswirtschaften gerechtfertigt.

Und drittens: Bei höherer Wohlfeilheit der exportierten Waren gegenüber den importierten reicht es für den Erhalt eines gegebenen Importvolumens aus, ein zum nationalen Wert geringeres Exportvolumen bereitzustellen. Dadurch werden die enormen eigenen Vorleistungen für Originalarbeit ökonomisch gerechtfertigt.

Für Deutschland trifft seit Jahren der drittgenannte Fall zu wie Abbildung 2 zeigt.

Abbildung 2: Export und Import Deutschlands (*in Millionen Euro*).
(Quelle: Statistisches Bundesamt)



4. Export-Import-Saldo und Innovationskraft der Wirtschaft in Deutschland²⁵

Jedes neue Produktionsverfahren verwohlfeinert die Waren, womit diese über ihre Fertigungskosten auf dem Weltmarkt verkauft werden können Schließlich kommt eine Phase, wo „abgesehen vom Umfang des fungierenden Kapitals, bessere Arbeitsmethoden, neue Erfindungen, verbesserte Maschinen, chemische Fabrikgeheimnisse etc., kurz neue, verbesserte, über dem Durchschnittsniveau stehende Produktionsmittel und Produktionsmethoden angewandt werden. Die Verminderung des Kostpreises und der daraus entfließende Surplusprofit entspringen hier aus der Art und Weise, wie das fungierende Kapital angelegt wird ... ein Umstand, der wegfällt, sobald sich die exzeptionelle Produktionsweise verallgemeinert oder von noch mehr entwickelter überflügelt wird.“²⁶ Innovation ist in der Wirtschaft ein Prozess, in dem die Fähigkeit zur ökonomischen Effektivität von älteren Produkten und Verfahren auf neuere übergeht. In diesem Prozess zerstören technische Neuerungen im technologischen Wettbewerb mit bereits vorhandenen Produkten und Verfahren deren ökonomisches Effektivitätspotential bis ihre ausnahmsweise Produktivkraft zu einer allgemein genutzten Produktivkraft geworden ist. Aus ökonomischer Sicht ist die Phase des schnellen Wachstums von besonderem Interesse, wächst doch in ihr der innovativen Produktionseinheit über die die durchschnittliche des gesamten Produktionsfeldes beträchtlich hinaus, dass mit einer entsprechenden Masse des Nettoproduktes Extragewinne in einer solchen Höhe realisiert werden, die die enormen forschungsseitigen Vorleistungen für das Zustandekommen neuer Technik rechtfertigen. Die zeitliche Positionierung der Phasen des Innovationsprozesses in der Wirtschaft erfordern das Streben und die Befähigung, wissenschaftlich-technische Problemlösungen zu einem für das Zurückerlangen der forschungsseitigen Vorleistungen günstigen Zeitpunkt zur Grundlage von Innovationen zu machen:

25 Zur Export/Import-Relation bei höherwertiger Technik und bei Spitzentechnik siehe für das letzte Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts: Heinrich Parthey, Formen von Institutionen in der Wissenschaft und ihre Finanzierbarkeit durch Innovation. - In: Wissenschaft und Innovation: Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2001. (Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. 2. Auflage 2011 [Elektronische Ressource der Deutschen Nationalbibliothek], S. 9 - 39) sowie für das erste Jahrzehnt des 21. Jahrhunderts: Michael Hüther, Defizite in der Spitzentechnologie? Ein Evergreen ohne Wirkung? in diesem Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2014.

26 Siehe Marx, K., Das Kapital. Dritter Band. Berlin: Dietz Verlag 1988. S. 657. (Im Weiteren heißt es: "die Bestimmung des Wertes durch die gesellschaftlich notwendige Arbeitszeit setzt sich durch in der Verwohlfeilerung der Waren und dem Zwang, die Waren unter denselben günstigen Verhältnissen herzustellen." Ebenda, S. 657).

Jeder spätere Zeitpunkt verringert die Chance, die enormen Vorleistungen für das Zustandekommen von Innovationen durch Extragewinne auf dem internationalen Markt zu rechtfertigen. .

Abbildung 3: *Saldo Export-Import Deutschlands (in Millionen Euro).*
(Quelle: Statistisches Bundesamt)



Abbildung 3 zeigt den Saldo zwischen Export und Import Deutschlands in den letzten Jahren, in dem auch die Innovationskraft der Wirtschaft in Deutschland zu Ausdruck kommt.

Dieser Saldo zwischen Export und Import Deutschlands rechtfertigt in jedem Fall die enormen forschungsseitigen finanziellen Vorleistungen für das Zustandekommen neuer Technik und gestattet der deutschen Wirtschaft die dafür „erforderlich(en) *gewesenen Auslagen schon gedeckt (zu) haben*“²⁷, darunter vor allem ihre Aufwendungen für Wissenschaft.

Wenn die deutsche Industrie bis 2020 jährlich 40 Milliarden Euro in Anwendungen von Industrie 4.0 investieren will, dann versprechen sich die Unternehmen Effizienzsteigerungen und Kosteneinsparungen. Zu diesen und weiteren Ergebnissen kommt eine gemeinsame PwC- und Strategy&-Analyse, die 235 deutsche Industrieunternehmen aus folgenden fünf Branchen befragt hat: Maschi-

27 Siehe: Babbage, Ch., Die Ökonomie der Maschine. Erw. u. red. Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenberg aus dem Jahr 1833. A. a. O., S. 266.

nen- und Anlagenbau, Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronikindustrie sowie Prozessindustrie und Informations- und Kommunikationsindustrie²⁸

Die in der Studie befragten Industrieunternehmen gaben an, dass sie in den kommenden fünf Jahren im Schnitt 3,3 Prozent ihres Jahresumsatzes in Industrie 4.0-Lösungen investieren wollen. Das entspricht knapp der Hälfte der geplanten neuen Ausrüstungsinvestitionen. Besonders der Maschinen- und Anlagenbau sowie die Informations- und Kommunikationsindustrie wollen überdurchschnittlich in die Digitalisierung und Vernetzung investieren. Als „zentraler Treiber entstehen schließlich neue, oftmals disruptive Geschäftsmodelle, die dem Kunden dank der auf ihn zugeschnittenen Lösungen einen signifikanten Zusatznutzen bieten“.²⁹

Bis 2020 erwarten die befragten Unternehmen, dass über 80 Prozent ihrer Wertschöpfungsketten einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen. Durch eine stärkere Digitalisierung und Vernetzung ihres Produkt- und Serviceportfolios werden Unternehmen ihre Umsätze im Schnitt um 2,5 Prozent pro Jahr steigern können. Auf die Gesamtheit aller Industrieunternehmen in Deutschland bezogen entspricht das einem jährlichen Umsatzpotenzial von über 30 Milliarden Euro für die deutsche Wirtschaft.³⁰ Die befragten Unternehmen gehen davon aus, dass sie ihre Effizienz durch die Digitalisierung ihrer Wertschöpfungskette um durchschnittlich 18 Prozent in den kommenden fünf Jahren steigern können.³¹

Dreh- und Angelpunkt von Industrie 4.0 ist die Analyse und Nutzung von Daten.³² Durch die Vernetzung von Wertschöpfungsketten und Produkten entstehen riesige Datenmengen, die viele Unternehmen bisher noch nicht strukturiert verwenden. Neun von zehn befragten Industrieunternehmen sind der Ansicht, dass die Fähigkeit zur Datenanalyse in fünf Jahren für ihr Geschäftsmodell entscheidend sein wird. Neben dem messbaren quantitativen Nutzen erwartet die Industrie auch qualitative Vorteile durch die Digitalisierung der Prozesse. Digitalisierung des Produkt- und Serviceportfolios ist auch der Schlüssel zu einem verbesserten Steuern der Produktion.

28 Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution. Hrsg. v. PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Frankfurt am Main: PricewaterhouseCoopers AG Wirtschaftsprüfungsgesellschaft 2014.

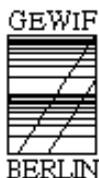
29 Ebenda, S. 7.

30 Ebenda, S. 11.

31 Ebenda, S. 22.

32 Siehe: Industrie 4.0 „Chancen der vierten industriellen Revolution“ von Jörg Krüger und Jens Lambrecht in diesem Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2014.

Gesellschaft für
Wissenschaftsforschung



Jörg Krüger
Heinrich Parthey
Rüdiger Wink
(Hrsg.)

**Wissenschaft
und Innovation**

Wissenschaftsforschung
Jahrbuch 2014

Sonderdruck

Mit Beiträgen von:

Gerhard Banse • Michael Hüther

Jörg Krüger • Jens Lambrecht

Heinrich Parthey • Methild Schrooten

Rüdiger Wink

Wissenschaftsforschung
Jahrbuch **2014**

Bibliographische Informationen Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliographie; detaillierte bibliographische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-86573-841-7

© 2015 Wissenschaftlicher Verlag Berlin
Olaf Gaudig & Peter Veit GbR
www.wvberlin.de
Alle Rechte vorbehalten.

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung, auch einzelner Teile, ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Dies gilt insbesondere für fotomechanische Vervielfältigung, sowie Übernahme und Verarbeitung in EDV-Systemen.

Druck und Bindung: Schaltungsdienst Lange o.H.G.,
Berlin

Printed in Germany
€ 22,00