

## **Finanzierbarkeit des industriellen Fortschritt durch Innovation in der Wirtschaft**

Den wissenschaftlichen Begriff „Innovation“ haben zuerst Botaniker zur Beschreibung der überaus weit verbreiteten Erscheinung, dass die vegetative Fähigkeit von älteren auf neuere Teile der Pflanze übergeht, verwendet.<sup>1</sup>

In analoger Weise haben Ökonomen beginnend mit 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>2</sup> Waren 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 geniesst: Neuer Technik kann nur dann die Eigenschaft der Innovation zukommen, wenn mittels ihrer Wohlfeilheit auf dem Weltmarkt Preise in einer solchen Höhe gen für die Fertigung neuer Technik denjenigen zurückerstattet werden, die sie weltweit als erste aufgewendet haben.

Ohne die Chance einer solchen Zurückerstattung durch Innovationen müssten die zunehmenden finanziellen Aufwendungen für Wissenschaft in jedem Land für sich durch das in ihm begrenzte Steueraufkommen getragen werden.

Innovationen bilden in gesamtwirtschaftlicher Perspektive den Kern des technischen Fortschritts. Wissenschaftliche Arbeit im Bereich der Hochtechnologie benötigt Förderung durch Investitionen und die Verfügbarkeit eines hervorragend

1 Denffer, D. v./Ziegler, H./Ehrendorfer, F./Bresinsky, A., Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. Begründet von E. Straßburger, F. Noll, H. Schenk u. A. F. Schimeer. 32. Auflage Jena 1983, S. 148.

2 Vgl. Marx, K., *Le Capital-Paris 1872 bis 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 de l'industrie moderne, on ne saurait l'importance de cette innovation.*) Schumpeter, J. I.: *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung*. 1. Aufl. Leipzig: I. I. Larmondsworth 1974.

ausgebildeten Nachwuchses. Mit zunehmender Refinanzierung der Wissenschaft durch die Innovationskraft der Wirtschaft kann es einen Wandel der Forschung in einer wissenschaftsintegrierten Wirtschaft geben. Ein solcher Wandel verändert die gesellschaftliche Position der Wissenschaften und fordert Fragen nach neuen Strukturen des Wissenschaftssystems heraus.<sup>3</sup>

Die rasante Zunahme wissenschaftsbasierter Industriezweige führte im 20. Jahrhundert zu einer Forschung in der Wirtschaft, die in Bezug auf ihre Finanzierbarkeit zunehmend von der Innovationskraft neuer Formen der Wirtschaft abhängig geworden ist. Das wird auch im 21. Jahrhundert so bleiben.

Ein Herauslösen menschlicher Arbeitskraft aus dem Fertigungsprozess mittels Maschinen begann vor allem im Zeitalter der Manufaktur und Industriegesellschaft und setzte sich nun in einer wissenschaftsbasierten Wirtschaft im 20. und 21. Jahrhundert fort. In der frühen Industriegesellschaft hat Charles Babbage darauf hingewiesen, dass „der nämliche Beweggrund aber, welcher den Menschen überhaupt in Bewegung setzt, wirkt noch weit mächtiger, sobald er findet, daß er sich seine Bedürfnisse weniger Arbeit verschaffen könne; unter solchen Umständen ist es nicht unwahrscheinlich, daß viele die so gewonnene Zeit zur Erfindung neuer Werkzeuge für ihre anderen Beschäftigungen benutzen werden.“<sup>4</sup>

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 Kosten der forschungsseitigen Vorleistungen für die Fertigung neuer Technik denjenigen zurückerstattet werden, die sie weltweit als erste aufgewendet haben. Eine zunehmende Refinanzierung der für den industriellen Fortschritt erforderlichen Forschung durch die Innovationskraft der Wirtschaft führt zu einem weiteren Wandel der Position der Wissenschaft in der Gesellschaft. Bei Industrie 4.0 wird der Wertschöpfungsprozess in jeder Produktionsphase kontrolliert und nachjustiert. Die anfallende Datenflut wird verarbeitet und dient der Produktverbesserung, der Qualitätssicherung und der Effizienzsteigerung.

- 3 Wissenschaft und Technik in theoretischer Reflexion: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2006. Hrsg. v. Heinrich Parthey u. Günter Spur. Frankfurt am Main/Berlin/Bern/Bruxelles/New York/(Oxford/Wien: Peter Lang Europäischer Verlag der Wissenschaften 2007; Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2009. Hrsg. v. Heinrich Parthey, Günter Spur u. Rüdiger Wink. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin 2010; Wissenschaft und Innovation: Wissenschaftsforschung Jahrbuch 2014. Hrsg. von Jörg Krüger, Heinrich Parthey u. Rüdiger Wink. Berlin: Wissenschaftlicher Verlag Berlin 2015.
- 4 Babbage, Ch., Die Ökonomie der Maschine. Erw. u. red. Fassung auf Grundlage der Übersetzung von G. Friedenbergs aus dem Jahr 1833. Berlin: Kulturverlag Kadmos 1999. S. 245 - 246.

Künftig sollen die deutsche Plattform Industrie 4.0 und das amerikanische Industrial Internet Consortium gemeinsam an der heutigen wissenschaftlich-technischen Revolution arbeiten. Der Internet-Aufschwung in den USA zur Spitzentechnologie in der Welt hat auch Auswirkungen auf die Handelsbeziehungen zu Deutschland: Erstmals seit 55 Jahren waren die Vereinigten Staaten von Amerika im Jahr 2015 wieder der wichtigste Handelspartner der deutschen Wirtschaft mit ihrer beginnenden Industrie 4.0.

In der frühen Industriegesellschaft hat Charles Babbage in seinem Werk „Die Ökonomie der Maschine“<sup>5</sup> - 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.“<sup>6</sup> „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.“<sup>7</sup>

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 vor auszusehen, in der sich nichts mehr bewegt.“<sup>8</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 Preis mindestens in einer solchen

5 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.

6 Ebenda, S. 266.

7 Ebenda, S. 266 – 267.

8 Rescher, N., Wissenschaftlicher Fortschritt. Eine Studie über die Ökonomie der Forschung. Berlin - New York: de Gruyter 1982. S. 76.

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.<sup>9</sup>

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.“<sup>10</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>11</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 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.“<sup>12</sup>

9 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.

10 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.

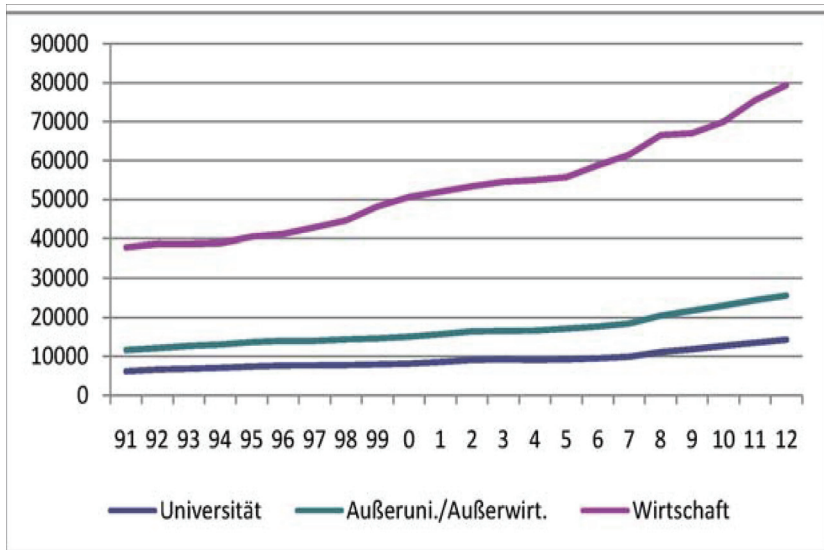
11 Ebenda, S. 82.

12 Ebenda, S. 82 - 83.

### 1. 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 insge-

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



samt 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 zusätzlich, 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 Anteils 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 Statiker 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.

## 2. 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 Brottoinlandsprodukts 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.

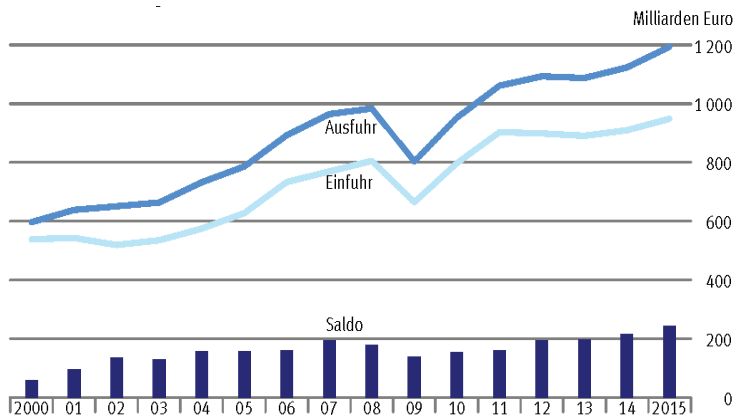
Zweitens: Wegen der in der Innovationskonkurrenz auf dem Weltmarkt geringeren Wohlfeilheit jeder exportierten Waren gegenüber den importierten muss für ein gegebenes Importvolumen ein zum nationalen Wert hohes Exportvolumen erwirtschaftet werden. Dadurch werden die enormen forschungsseitigen Vorleistungen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

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

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



... ein Umstand, der wegfällt, sobald sich die exzeptionelle Produktionsweise verallgemeinert oder von noch mehr entwickelter überflügelt wird."<sup>13</sup> 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:

13 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. 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: Maschinen- und Anlagenbau, Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronikindustrie sowie Prozessindustrie und Informations- und Kommunikationsindustrie<sup>14</sup>

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“.<sup>15</sup>

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.<sup>16</sup> 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.<sup>17</sup>

Dreh- und Angelpunkt von Industrie 4.0 ist die Analyse und Nutzung von Daten.<sup>18</sup> Durch die Vernetzung von Wertschöpfungsketten und Produkten entstehen riesige Datenmengen, die viele Unternehmen bisher noch nicht struktu-

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

15 Ebenda, S. 7.

16 Ebenda, S. 11.

17 Ebenda, S. 22.

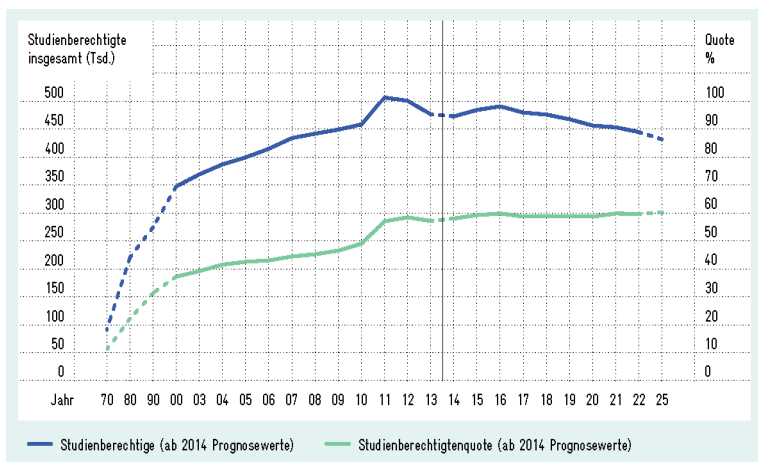
18 Siehe: Industrie 4.0 „Chancen der vierten industriellen Revolution“ von Jörg Krüger und Jens Lambrecht in diesem Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2014.

riert 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.

### 3. Veränderungen in der Ausbildung der Berufsstruktur

Zur Ausübung einer wissenschaftlichen Tätigkeit kann Universitätsausbildung dann befähigen, wenn sie neben der Vermittlung eines ständig zu erneuernden disziplinären Wissensbereiches vor allem auf die Fähigkeit zielt, weiterführende Fragen selbständig zu stellen, diese mit dem verfügbaren Wissensniveau zu Erkenntnisproblemen zu entwickeln und problemlösende Erkenntnisse methodisch zu gewinnen.

Abbildung 3: Studienberechtigte in Deutschland 1970 bis 2014 (Quelle: Statistisches Bundesamt 2014).



Dies kann nur eine Lehre leisten, die den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess modellhaft vorführt und thematisiert und die Studierenden in diesen Prozess auch aktiv einbindet. Zu jedem wissenschaftlichen Studium gehört somit ein forschendes Lernen. Dabei geht es darum, den Erkenntnisprozess in Kernbereichen der Disziplin nachzuvollziehen und die Lernsituation als Forschungssituation

herzustellen, welche die Studierenden also selbst Fragestellungen und methodisches Problemlösen entwickeln lässt. „Weil die Erwartungen an die Leistungen der Universitäten vielfältig sind und das Universitätssystem sich entsprechend differenzieren muss, kann“ – für den deutschen Wissenschaftsrat – „universitäre Lehre nicht an allen Standorten, auf allen Stufen und in allen Bereichen der Ausbildung in gleicher Weise in Zusammenhang mit Forschung stehen.“<sup>19</sup>

So geht es in einem Bachelorstudium vornehmlich darum, „disziplinäres Grundwissen zu erwerben, die einschlägigen Methoden des Faches zu erlernen, aktuelle Forschungsergebnisse zu rezipieren und den Erkenntnisprozess in Kernbereichen nachzuvollziehen. ... Ein forschungsintensives Masterstudium dagegen muss durch eine Lehre, die primär von erfahrenen Wissenschaftlern geleistet wird, und eine intensive Beteiligung der Studierenden an Forschung gekennzeichnet sein.“<sup>20</sup> Nach aktuellen Untersuchungen müsse das Studium vom „konsumierenden Lernen“ zum „aktiven, kreierenden und auch forschenden Lernen“ weiterentwickelt werden.<sup>21</sup>

„Das forschende Lernen als didaktisches Prinzip erlebt seit ein paar Jahren eine Renaissance an den Hochschulen. Hierbei wird der Prozess des studentischen Lernens und Kompetenzerwerbs quasi einem Forschungsprozess nachempfunden. Die Hochschullehre ist so gestaltet, dass die Studierenden während ihres Studiums alle Phasen eines Forschungsprozesses als Studierende erlebt haben: von der Identifikation einer Forschungsfrage über die Formulierung von Arbeitshypothesen, der Methodenauswahl und Festlegung eines geeigneten Forschungsdesigns sowie der Durchführung der Untersuchung bis hin zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse und ihrer Verschriftlichung (einschließlich der Darlegung des Forschungsstandes) sowie gegebenenfalls Präsentation.“<sup>22</sup> schon im Mittelalter bezeichnete der Bakkalaureus den Inhaber des untersten akademischen Grades. Zu Beginn des 19. Jahrhunderts verschwand dieser akademische Grad in Deutschland. An seine Stelle trat das Abitur.

. S.

Zu Beginn des 21. Jahrhunderts führte die Bologna-Reform den Bachelor-Abschluss in Deutschland im Rahmen des neuen mehrstufigen Bachelor-Master-Systems wieder ein. Ziel des Bologna-Prozesses war es, das europäische Hoch-

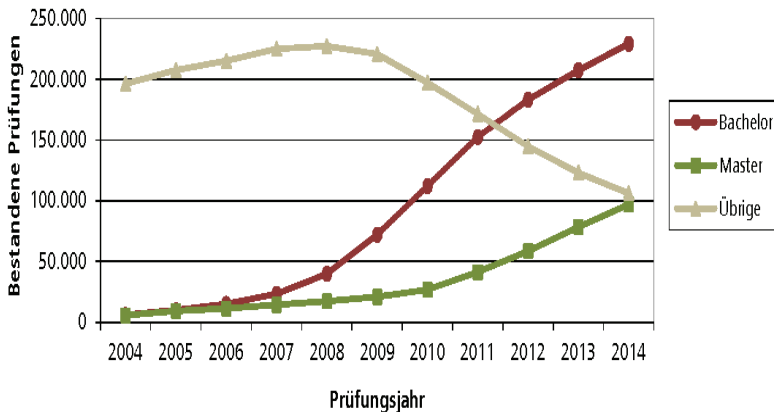
19 Wissenschaftsrat: Empfehlungen zur zukünftigen Rolle der Universitäten im Wissenschaftssystem. Berlin: Wissenschaftsrat 2006. S. 64.

20 Ebenda, S. 64 - 65.

21 Siehe: Hochschul-Bildung-Report 2016. Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0. Essen: Edition Stifterverband 2016.

22 Siehe: Hochschul-Bildung-Report 2016. Essen: Edition Stifterverband 2016. S. 41.

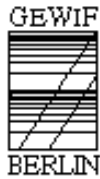
Abbildung 4: Bestandene Prüfungen nach Prüfungsgruppen Bachelor, Master und Übrige (Quelle *Statistisches Bundesamt 2014*).



schulsystem zu vereinheitlichen, um eine bessere Vergleichbarkeit und mehr Austausch zu ermöglichen. Die Bachelor- und Masterabschlüsse entsprechen mittlerweile in 47 Nationen einheitlichen Standards. Offensichtlich verläßt ein großer Teil der Studierenden nach dem Bachelor die Universitäten und wird die Universitäten auch weiterhin nach dem Bachelorstudium zunächst verlassen, aber nach einigen Jahren auf Grund des rapiden Wandels der Arbeitswelt in der vierten industriellen Revolution an die Universitäten zurückkehren, um sich weiterqualifizieren zu können. Wie viele Bachelorabsolventen unmittelbar im Anschluss ein Masterstudium aufnehmen und wie viele Bachelorabsolventen erst nach einiger Zeit an die Universitäten zum Masterstudium zurückkehren und wie viele von ihnen nach dem Masterstudium eine Promotion anstreben werden, wird bestimmen, in welchem Maße die universitäre Lernsituation als Forschungssituation herzustellen ist.

---

Gesellschaft für  
Wissenschaftsforschung



Jörg Krüger  
Heinrich Parthey (Hrsg.)

**Wissenschaft  
und Innovation**

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch 2018

Mit Beiträgen von:  
Gerhard Banse • Klaus Fuchs-Kittowski  
Makayil Kilic • Jörg Krüger  
Heinrich Parthey

Wissenschaftsforschung  
Jahrbuch **2018**

---

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 978-3-96138-168-5

© 2019 Wissenschaftlicher Verlag Berlin

Olaf Gaudig & Peter Veit GbR

[www.wvberlin.de](http://www.wvberlin.de)

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist 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

€ 24,80