

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (Ed.); Center für
Wirtschaftspolitische Studien (CWS) (Ed.)

Research Report

Innovationsindikatoren Chemie 2017: Studie im Auftrag des Verbands der Chemischen Industrie e.V.

ZEW-Gutachten und Forschungsberichte

Provided in Cooperation with:

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

Suggested Citation: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) (Ed.); Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS) (Ed.) (2017) : Innovationsindikatoren Chemie 2017: Studie im Auftrag des Verbands der Chemischen Industrie e.V., ZEW-Gutachten und Forschungsberichte, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW) und Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS), Mannheim, Hannover

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/176560>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.

INNOVATIONSINDIKATOREN CHEMIE 2017

Studie im Auftrag des Verbandes
der Chemischen Industrie e. V.

ZEW

Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung GmbH

11
102
1004

Leibniz
Universität
Hannover

CWS Center für Wirtschaftspolitische Studien

Mannheim und Hannover, September 2017

Innovationsindikatoren Chemie 2017

Studie im Auftrag des Verbandes
der Chemischen Industrie e. V.

Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW)

Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS)

Mannheim und Hannover, August 2017

Innovationsindikatoren Chemie 2017

Dieser Bericht setzt die regelmäßige Darstellung der Innovationsleistung der deutschen Chemieindustrie fort. Er stellt anhand ausgewählter Indikatoren aktuelle Entwicklungen und Trends bei Forschung und Innovation im Wissenschafts-, Technologie- und Industriefeld Chemie dar.

Die Chemieindustrie ist in diesem Bericht wie folgt abgegrenzt:

- **Industrie:** Herstellung von Chemikalien (Abteilung 20 der Wirtschaftszweigsystematik 2008)
- **Wissenschaft:** Fachgruppe/Studienbereich 40 („Chemie“) der Systematik der Fächergruppen, Studienbereiche und Studienfächer; für Publikationen: SCI-Search Kategorien „chemistry“ (ohne „clinical“ oder „medical“), „electrochemistry“, „polymer“ „engineering + chemical“
- **Technologie:** IPC-Klassen A01N, A01P, C05*, C06*, C09B, C09C, C09F, C09G, C09H, C09K, C09D, C09J, C10B, C10C, C10F, C10G, C10H, C10J, C10K, C10L, C10M, C10N, C11B, C11C, C11D, C99Z, C08B, C08C, C08F, C08G, C08H, C08K, C08L, B01B, B01D-00*, B01D-01*, B01D-02*, B01D-03*, B01D-041, B01D-043, B01D-057, B01D-059, B01D-06*, B01D-07*, B01F, B01J, B01L, B02C, B03*, B04*, B05B, B06B, B07*, B08*, D06B, D06C, D06L, F25J, F26*, C14C, H05H sowie C07B, C07C, C07D, C07F, C07H, C07J, C40B sofern nicht auch A61K vorliegt

Zur besseren Lesbarkeit wird in diesem Dokument für Personenbezeichnungen der Einfachheit halber nur die männliche Sprachform verwendet. Die weibliche Sprachform ist selbstverständlich immer mit eingeschlossen.

Kontakt und weitere Informationen:

Dr. Birgit Gehrke
Center für Wirtschaftspolitische Studien (CWS)
Leibniz Universität Hannover
Königsworther Platz 1, 30167 Hannover
Tel: +49 – (0) 511 123316 41
Tel: +49 – (0) 511 123316 55
E-Mail: gehrke@cws.de

Dr. Christian Rammer
Zentrum für Europäische
Wirtschaftsforschung (ZEW)
L 7,1 – D-68161 Mannheim
Tel: +49 – (0) 621 1235 184
Fax: +49 – (0) 621 1235 170
E-Mail: rammer@zew.de

Innovationsleistung der Chemie

Aktuelle Trends bei Forschung und Innovation in der Chemie

- Die Absolventenzahl (Master oder Diplom) im Fachgebiet Chemie stieg in Deutschland 2016 merklich an. Der Trend steigender Bachelor-Absolventenzahlen scheint dagegen zu Ende zu sein. Die Anzahl der neu Promovierten in der Chemie erreichte 2016 den höchsten Wert seit zehn Jahren.
- Die Studienanfängerzahl in den Chemiefächern an deutschen Hochschulen blieb 2016 etwa auf dem Niveau der Vorjahre und lag über den Werten von vor 5 oder 10 Jahren.
- Die Anzahl der im Fachgebiet Chemie an Hochschulen in Deutschland beschäftigten Wissenschaftler (Lehr- und Forschungspersonal) erreichte 2015 einen neuen Höchstwert (über 10.500). Insgesamt betrug die Zahl der Wissenschaftler im Fachgebiet Chemie an Hochschulen und staatlichen Forschungseinrichtungen zusammengekommen knapp 14.000. Rund 40 % des wissenschaftlichen Personals in der Chemie an Hochschulen ist über Drittmittel finanziert. In den vergangenen zehn Jahren stieg diese Quote um rund 15 %-Punkte an.
- Die Anzahl der wissenschaftlichen Chemie-Publikationen von Autoren in Deutschland betrug im Jahr 2016 etwas mehr als 14.400, das sind 6,2 % aller wissenschaftlichen Chemie-Publikationen. Während Deutschland seinen Anteil am weltweiten Chemie-Publikationsaufkommen seit 2005 (7,5 %) annähernd konstant halten konnte, mussten die USA und Japan deutliche Einbußen hinnehmen. Größte Publikations-Nation in der Chemie ist seit einigen Jahren China (Anteil 2016: 30 %).
- Der Anteil der Chemie-Publikationen an allen wissenschaftlichen Publikationen aus Deutschland stieg in den letzten zehn Jahren leicht auf gut 13 % an. Die Chemie spielt damit im deutschen Wissenschaftssystem eine erheblich höhere Rolle als etwa in den USA oder Großbritannien.
- Die Chemieindustrie beschäftigte 2015 insgesamt etwa 23.600 Personen (in Vollzeitstellen) im Bereich Forschung und Entwicklung, darunter ca. 9.300 Wissenschaftler. Dies bedeutet, dass 7,7 % aller Beschäftigten in der Chemieindustrie im Bereich FuE tätig waren. Dieser Wert liegt deutlich über dem Industriedurchschnitt von rund 5 %.
- Die Anzahl der in der Chemieindustrie beschäftigten Akademiker zeigte 2016 im vierten Jahr in Folge nach oben. Damit machte die Chemieindustrie die eher flache Entwicklung während und nach der Wirtschaftskrise 2008/09 wett und schloss zum industrieweiten Trend auf.
- Im Bereich der beruflichen Bildung hat sich die Zahl der neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge in Chemieberufen seit 2011 gegen den insgesamt rückläufigen Trend in Deutschland auf hohem Niveau gehalten, weil die Ausbildungsanstrengungen in Chemieproduktionsberufen deutlich ausgeweitet worden sind. Erst 2016 ist ein leichter Rückgang bei den Neuabschlüssen zu verzeichnen.
- Die FuE-Ausgaben der Unternehmen der deutschen Chemieindustrie gingen 2015 leicht zurück, sollen bis 2017 aber wieder etwas ansteigen. Damit bleibt die Chemieindustrie deutlich hinter dem stark ansteigenden Trend der deutschen Industrie insgesamt zurück. Die Anzahl des FuE-Personals nahm 2015 in der Chemieindustrie wieder zu.
- Im internationalen Vergleich weist die deutsche Chemieindustrie weiterhin eine hohe FuE-Intensität auf, d.h. FuE spielt für die Strategien der Unternehmen eine besonders große Rolle. Maßgebend für die hohe FuE-Intensität sind dabei die FuE-Ausgaben der großen Unternehmen. Die 15 größten deutschen Chemieunternehmen waren 2016 für gut 15 % der weltweiten FuE-Ausgaben in der Chemie verantwortlich. Ein bedeutender Teil der FuE-Ausgaben wird dabei an Auslandsstandorten getätigt und spiegelt die zunehmende Globalisierung der Märkte sowie das besonders dynamische Wachstum der Schwellenländer wider. Der Anteil der FuE-Ausgaben im Ausland an den gesamten FuE-Ausgaben deutscher Chemieunternehmen lag 2015 bei 28 %. Demgegenüber wurden lediglich 14 % der gesamten FuE-Ausgaben der Chemieindustrie in Deutschland von ausländischen Unternehmen verantwortet. Als Konsequenz kommt den deutschen Chemieunternehmen für das globale FuE-Geschehen in der Branche ein höheres Gewicht zu als dem Standort Deutschland.
- Die Innovationsausgaben, die neben FuE auch markt- und umsetzungsnahe Ausgaben umfassen, nahmen 2015 merklich zu. Die deutsche Chemieindustrie erreicht die zweithöchste Innovationsintensität (Ausgabenanteil am Umsatz) in Europa. Auch diese Entwicklung wird von den größeren Unternehmen getragen. Der Anteil der kleinen und mittleren Chemieunternehmen, die Innovationsaktivitäten durchführen, ging 2015 dagegen zurück - ein Trend, der bis 2017 anhalten soll. Gleichwohl ist der Anteil der innovativ tätigen Chemieunternehmen so hoch wie in fast keiner anderen Branche und im europäischen Vergleich der höchste innerhalb der Chemieindustrie. Besonders hoch ist dabei der Anteil der Unternehmen, die intern FuE betreiben.
- Bei den Patentanmeldungen zeigt sich dagegen ein anderes Bild: Sie sind in Deutschland seit 2009 ebenso wie in vielen anderen europäischen Ländern und den USA deutlich rückläufig, während die Patentaktivitäten in Asien weiter ausgeweitet werden. Dadurch nahm der Anteil Deutschlands an allen Patentanmeldungen in der Chemie von über 17 % (2005) auf rund 12 % (2015) ab. Der Rückgang betraf alle Chemiesparten gleichermaßen.

- Auch bei den Innovationserfolgen zeigten die Indikatoren am aktuellen Rand nach unten, und zwar sowohl beim Umsatzanteil mit neuen Produkten als auch bei den Kosteneinsparungen durch Prozessinnovationen. Im europäischen Vergleich liegt Deutschland beim Umsatzanteil neuer Produkte zwar in der oberen Hälfte, jedoch deutlich hinter Großbritannien und Dänemark.
- Aktuell sind die über Jahre anhaltenden kontinuierlichen Steigerungen der deutschen Exporte und Importe von forschungsintensiven Chemiewaren ins Stocken geraten. Dies mag auch mit dem Ölpreis sowie mit Wechselkursänderungen zusammenhängen. Zudem fällt die deutsche Handelsbilanz bei forschungsintensiven Chemiewaren zum zweiten Mal in Folge leicht negativ aus.

Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft in der Chemie

- Innovationskooperationen zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen sind in der Chemie weiter verbreitet als in fast allen anderen Branchen. 2014 unterhielten 31 % der Chemieunternehmen (und 65 % der forschenden Unternehmen) solche Kooperationen. Nur die Pharmaindustrie weist einen höheren Anteil von Unternehmen mit auf Innovationen orientierten Wissenschaftskooperationen auf.
- Mit Hochschulen wird dabei häufig in einem regionalen Rahmen zusammengearbeitet, während Kooperationen mit staatlichen Forschungseinrichtungen überwiegend überregional sind. Der Anteil der Chemieunternehmen, die mit ausländische Wissenschaftseinrichtungen zusammenarbeiten, ist demgegenüber geringer. Allerdings entfällt der größte Teil der Summe von FuE-Aufträgen, die von der Chemieindustrie an die Wissenschaft fließt, auf Hochschulen im Ausland. Hierfür sind einige wenige große Unternehmen verantwortlich.
- Die Kooperationsorientierung der deutschen Chemieindustrie ist im Vergleich zur Chemieindustrie in anderen europäischen Ländern besonders hoch.
- Die Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft bei Forschung und Innovation steht immer wieder vor verschiedenen Herausforderungen. Diese reichen vom Finden gemeinsamer Forschungsthemen, die für beide Partner attraktiv sind, bis zu rechtlich-administrativen Fragen. Insgesamt meistern Unternehmen und Wissenschaft diese Herausforderungen gut. In Interviews mit Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen wurden verschiedene Problemfelder genannt:
 - FuE-Kooperationsprojekte mit Unternehmen werden bei Evaluationen von wissenschaftlichen Einrichtungen häufig gegenüber wissenschaftlichen Grundlagenforschungsprojekten (z.B. DFG-finanziert) abgewertet, sodass die Anreize für Wissenschaftler, sich in Industriekooperationen zu engagieren, abnehmen.
 - Viele, auch größere Chemieunternehmen haben sich sukzessive aus wissenschaftlich anspruchsvollen, aber auch risikoreichen und teuren grundlagenorientierten FuE-Aktivitäten zurückgezogen und sind aus Sicht der Wissenschaft dadurch ein weniger attraktiver Partner geworden, etwa wenn es um gemeinsame Promotionsprojekte geht.
 - Die Einschaltung von Verwaltungsabteilungen wissenschaftlicher Einrichtungen bei Kooperationsprojekten trägt zum einen zu einer professionellen Abwicklung bei, führt aber auch zu einem höheren administrativen Aufwand und macht den direkten Transfer zwischen Forschern aus Wirtschaft und Wissenschaft komplexer. Zudem sind die Projektkosten für die Unternehmen aufgrund der nunmehr höheren Gemeinkostenpauschalen deutlich gestiegen.
- Gute Rahmenbedingungen für den Erkenntnis- und Technologietransfer zwischen Wirtschaft und Wissenschaft sind für beide Seiten von großer Bedeutung. Sie sind notwendig, damit neue wissenschaftliche Ergebnisse in die Praxis umgesetzt werden können. Dabei geht es nicht nur um Kooperationen, sondern auch Start-ups aus der Wissenschaft sind ein wichtiger Transferkanal. Kooperationsprojekte sind zudem eine sehr gute Möglichkeit für Unternehmen, hochqualifiziertes Personal zu rekrutieren. Eine enge Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft und Wissenschaft ist angesichts der etablierten Arbeitsteilung in der Chemie zwischen der auf Innovationen ausgerichteten Industrie und der auf Grundlagenforschung orientierten Wissenschaft unverzichtbar, um den Innovationsmotor Chemie am Laufen zu halten. Um die Rahmenbedingungen zu verbessern, sind u.a. folgende Maßnahmen angezeigt:
 - An den Hochschulen sollten Industriekooperationen und andere Aktivitäten der Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse einen höheren Stellenwert bekommen und gegenüber der Grundlagenforschung nicht als nachrangig eingestuft werden. Insbesondere bei Evaluierungen von Forschungsleistungen ist eine balancierte Bewertung von Grundlagenforschung und Wissenstransfer notwendig.
 - Die Abwicklung von Kooperations- und Auftragsforschungsprojekten an Wissenschaftseinrichtungen sollte weiter professionalisiert werden. Bei der Ausgestaltung der Zusammenarbeit ist auf faire und zweckgemäße Vereinbarungen zu achten. Da die Zusammenarbeit letztlich - direkt oder indirekt - auf die Entwicklung und Einführung von Innovationen abzielt, spielen Geschwindigkeit, Kostenwahrheit und IP-Nutzungsrechte eine große Rolle.
 - Die Unternehmen sollten durch anspruchsvolle eigene FuE-Aktivitäten sicherstellen, dass sie ein attraktiver Partner für Kooperationen mit der Wissenschaft sind.
 - Neue Formen der langfristigen Zusammenarbeit und der gemeinsamen Identifizierung und Umsetzung von Forschungsthemen sollten erprobt und realisiert werden. Hierzu zählen z.B. "Forschungscampi" an Universitäten und gemeinsam von Wirtschaft und Wissenschaft getragene Forschungseinrichtungen.

Innovation in Chemistry and the Chemical Industry

Recent Trends in Research and Innovation

- The number of graduates (master or "*Diplom*") in Chemistry in Germany markedly increased in 2016. At the same time, the growing trend in the number of graduates with a bachelor degree seems to come to an end. The number of new doctorates in Chemistry reached the highest figure in 2016 for the past ten years.
- The number of first-year students in Chemistry at higher education institutions in Germany did not change much in 2016 compared to previous years but was above the level from 5 to 10 years ago.
- The number of scientists in the field of Chemistry in the German higher education sector (researchers and teaching staff) hit a new peak in 2015 (with more than 10,500). The total number of scientists in Chemistry in higher education and public research organisations was almost 14,000 in that year. About 40% of scientists in higher education are financed by third-party funds. This share increased by about 15 percentage points over the past ten years.
- The number of scientific publications in the field of Chemistry by authors from Germany was about 14,400 in 2016. This is 6.2% of the global number of scientific publications in Chemistry. While Germany managed to almost maintain its share in global publication output since 2005 (when its share was 7.5%), both the US and Japan experienced a significant drop in their shares. The largest nation in terms of chemical publications is China, with a share of 30%.
- The share of publications in Chemistry in the total number of scientific publications from Germany slightly increased in recent years to about 13%. In Germany, Chemistry takes a more prominent role in the entire science system compared to the US or the UK.
- The German Chemical Industry employed about 23,600 persons (at full-time equivalents) in research and development (R&D) in 2015. 9,300 of them are researchers. Compared to total employment in the Chemical Industry, the share of R&D personnel was 7.7%. This figure is clearly above the average in the German manufacturing sector (about 5%).
- The number of university graduates working in the Chemical Industry in Germany increased in 2016 in the fourth year in a row. The recent dynamics compensate for the very low increase during and after the economic crisis of 2008/09. The Chemical industry is now again following the general trend in German industry.
- The number of newly signed vocational training contracts in chemical vocations remained at a high level since 2011, despite the downward trend in vocational training in Germany. The main factor behind this development is a higher number of new contracts in manufacturing vocations. Only in 2016 the number of newly signed vocational training contracts slightly decreased.
- R&D expenditure in the Chemical Industry in Germany in 2015 were slightly below previous year's figures, but are projected to increase until 2017. The slow dynamics of R&D expenditure in the Chemical Industry are in contrast to the general upward trend in German manufacturing. The number of R&D personnel in the Chemical Industry did increase in 2015, however.
- The R&D intensity of the German Chemical Industry is high by international standards. R&D does play a prominent role in the strategies of Chemical enterprises in Germany. The industry's R&D activities are strongly driven by very large enterprises. The 15 largest Chemical corporations headquartered in Germany represent more than 15% of global R&D expenditure in the Chemical Industry. A significant part of their R&D expenditure is performed at locations outside of Germany. This reflects the globalisation of chemical markets and the dynamic development of emerging economies. The share of R&D performed abroad in total R&D expenditure of German-based firms in the Chemical Industry was 28% in 2015. In contrast, only 14% of the total R&D expenditure of the German Chemical Industry was performed by firms headquartered outside Germany. Consequently, German-based chemical firms play a more prominent role in global R&D in the Chemical Industry as compared to Germany as a location for industry.
- The expenditure for innovation, which includes R&D as well as close-to-market expenditure such as design, training and marketing grew significantly in 2015. The German Chemical Industry shows the second highest innovation intensity (expenditure as a share in sales) in Europe. The dynamics is driven by large enterprises. The share of small and medium-sized enterprises that performed innovation activities went down in 2015 and will most likely continue to do so until 2017. Nevertheless, the share of innovation active chemical firms is higher than in any other sector in Germany. It is also higher than in the Chemical Industry of any other European country. Particularly outstanding is the share of firms with in-house R&D activities.
- The number of patent applications reveals a different result. Patent applications in the field of Chemistry by inventors from Germany are decreasing since 2009. The same is true for many other European countries and the US. At the same time, patent applications from Asia are increasing. The share of Germany in total patent applications in Chemistry went down from 17% (2005) to 12% (2015). The decrease can be observed in each subfield of Chemical technology.

- With respect to indicators on innovation success, figures show a downward trend too. Both the share of sales generated by product innovation, and the share of cost reduction owing to process innovation fell in recent years. Compared to other European countries, the share of sales from product innovation in the Chemical Industry in Germany is above average though the UK and Denmark are clearly ahead of Germany.
- In 2015 and 2016, exports and imports of research-based chemical goods did not grow, bringing a five-year upwards trend to an end. The oil price and exchange rate fluctuations may play some role in this development. The trade balance of Germany in research-based chemical goods was slightly negative in 2016, as it was in 2015.

Industry-science Links in Chemistry

- Cooperation in innovation between enterprises and scientific organisations is more common in the Chemical Industry than in almost all other industries in Germany. In 2014, 31% of all chemical firms in Germany (and 65% of all R&D active chemical firms) conducted such cooperation. The pharmaceutical industry is the only sector that reports a higher share.
- Cooperation with universities is often taking place within the region a firm is located. Cooperation with public research institutes are more predominantly at an interregional level. The share of chemical firms that cooperate with scientific organisations from abroad is rather low. However, universities outside Germany receive the highest share in the total volume of R&D contracts that is awarded to science by chemical firms from Germany. This result is driven by a few large chemical corporations.
- Cooperation activity of the German Chemical Industry is particularly high when compared to the Chemical Industry of other European countries.
- Cooperation between industry and science on research and innovation can be subject to a number of challenges. These include the identification of joint research themes that are attractive to both partners as well as legal and administrative issues. Interviews with firms and scientific organisations revealed several areas that need attention:
 - In evaluations of scientific organisations, cooperation projects with firms tend to be rated as less important and critical compared to basic research projects, e.g. DFG funded projects. Incentives for scientists to engage in industry cooperation may hence diminish.
 - Many chemical firms, including large corporations have gradually retreated their efforts in conducting scientific challenging research projects which are often characterised by high risk and high cost. From a viewpoint of academia, they have become a less attractive research partner.
 - Involving administrative units of universities and public research institutes in executing cooperation projects can improve the efficiency of cooperation. But it often leads to higher red tape and can make the direct interaction of researchers from both sides more complex. In addition, cooperation project costs for firms increased significantly due to higher overhead costs at the side of scientific organisations.
- Good framework conditions for transferring knowledge and technology between industry and science are of utmost importance for both partners. They are required if new scientific results should be used in industry practice. Cooperation is only one element in this exchange process. Academic start-ups are another important transfer channel. Joint projects of industry and science are also a good way for firms to recruit high-qualified personnel. Close interaction between industry and science is also essential given the established division of labour in Chemistry. While the Chemical Industry focuses on innovation and markets, scientific organisations in the field of Chemistry are specialised on basic research. The following measures can help improving the framework conditions of industry-science links in Chemistry:
 - At universities, cooperation with industry should be regarded as an important activity in its own right and should not be subordinated with respect to basic research and funding from research councils. When evaluating the research performance at universities, a balanced approach is required that considers both basic research and knowledge transfer as essential activities.
 - The management of cooperation and contract research at scientific organisations should be further improved. Cooperation agreements and contracts need to be fair and practicable for both sides. As any cooperation, directly or indirectly, aims at innovation, speed, cost transparency and IP rights are critical and demand special attention.
 - Firms need to secure their attractiveness as research partner for science by conducting ambitious research reflecting new developments in chemical research.
 - New ways of long-term oriented cooperation, including joint activities to identify and realise research agendas should be tested and implemented. One example are so-called "Research Campuses" at universities, another one are research institutes run jointly by firms and scientific organisations.

Inhalt

Innovationsleistung der Chemie	1
Innovation in Chemistry and the Chemical Industry	3
1 Studienanfänger und Studienabsolventen	6
2 Lehr- und Forschungspersonal in der Wissenschaft	7
3 Wissenschaftliche Publikationen	8
4 Berufliche Bildung im MINT-Bereich	9
5 Beschäftigung von hochqualifiziertem Personal	10
6 FuE-Ausgaben und FuE-Personal der Wirtschaft	11
7 FuE-Ausgaben der größten Chemieunternehmen	12
8 Innovationsausgaben	13
9 Innovations- und Forschungsorientierung der Unternehmen	14
10 Patentanmeldungen	15
11 Innovationserfolge	16
12 Außenhandel mit forschungsintensiven Waren	17
13 Zusammenarbeit Wirtschaft-Wissenschaft	18

1 Studienanfänger und Studienabsolventen

Studienanfänger und Hochschulabsolventen der Fachrichtung Chemie sowie anderer naturwissenschaftlich-technischer Fachrichtungen bilden einen wesentlichen Teil des Fachkräftepotenzials, das für die Durchführung von Forschungs- und Innovationsprojekten in der Chemieindustrie notwendig ist.

Gemäß Hochschulstatistik haben im Jahr 2015 mit gut 10.000 Personen 2 % aller Studienanfänger ein Chemiestudium aufgenommen und rund 5.200 Personen ein Erststudium in Chemie erfolgreich abgeschlossen (1,6 % aller Erstabsolventen). Damit sind die Anteile der Chemie etwas niedriger als in der Biologie, aber höher als in der Physik.

In der Chemie ist die Zahl der Studienanfänger seit 2005 merklich gestiegen, bleibt jedoch - ähnlich wie die übrigen Naturwissenschaften - in der Dynamik hinter den anderen ausgewiesenen Disziplinen zurück. Allerdings konnte die Chemie stärker als die übrigen Naturwissenschaften vom Niveaueffekt 2010/12 profitieren (doppelte Abiturjahrgänge, Aussetzung der Wehr-

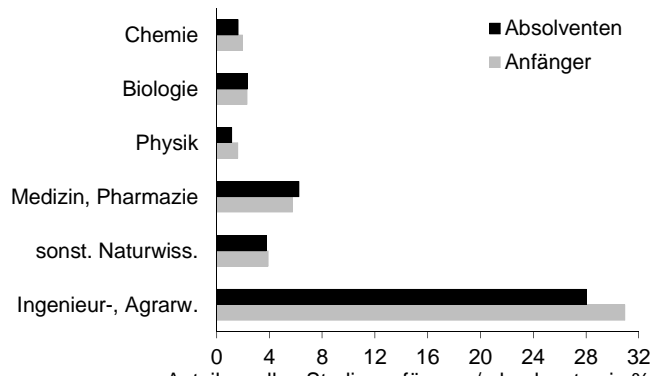
pflicht). Das spricht dafür, dass die Zahl jährlicher Erstabsolventen, anders als in den übrigen Naturwissenschaften, gehalten werden kann.

2016 haben nach GDCh-Angaben 8.470 Personen einen Bachelor- oder Masterabschluss in Chemie erworben. Seit 2014 ist die Zahl der Bachelorabsolventen leicht rückläufig (2016: 4.360). Während diese zu meist direkt ein Masterstudium anschließen, wird der hochqualifizierte Nachwuchs für Wirtschaft und Forschung vorwiegend von der Zahl der Diplom- und Masterabsolventen bestimmt. Hier wurde 2016 mit ca. 4.100 Absolventen wieder ein hoher Wert erreicht.

In den klassischen Naturwissenschaften und besonders in der Chemie spielt wissenschaftliche Weiterqualifizierung über Promotionen eine große Rolle. In der Chemie lag die Promotionsquote 2015 bei 68 % (2014: 65 %) und war damit merklich höher als in der Physik (61 %) oder Biologie (51 %). Bemerkenswert ist, dass sich der seit einigen Jahren generell rückläufige Trend bei den Promotionsquoten 2015 wieder umgekehrt hat.

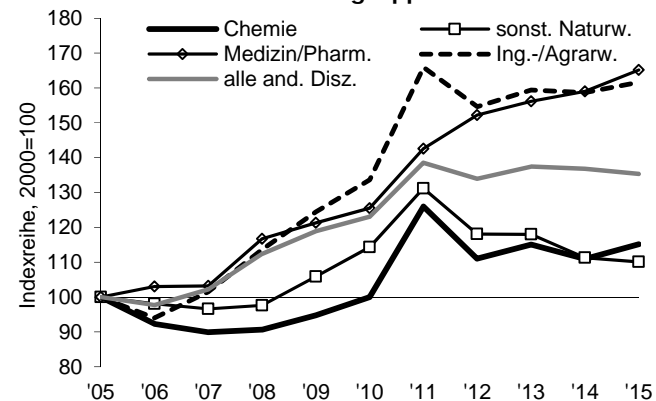
Für die Betrachtung der Chemie im Vergleich zu anderen Studienbereichen wird auf Daten der Hochschulstatistik des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 11, Reihen 4.1 bis 4.3) zurückgegriffen. Dabei wird für den gesamten Betrachtungszeitraum die seit 2015 gültige **Fächergliederung** verwendet, in der die Informatik den Ingenieurwissenschaften (vorher Naturwissenschaften) und die Veterinärmedizin den Agrarwissenschaften (vorher Medizin) zugerechnet wird. Der **Studienbereich Chemie** besteht aus den **Studienfächern Biochemie, Chemie und Lebensmittelchemie**. **Studienanfänger**: Studierende im 1. Hochschulesemester im jeweiligen Studienjahr. **Studienabsolventen**: Absolventen eines **Erststudiums** an einer deutschen Hochschule (inkl. Bachelorabschlüsse). Masterabsolventen aus einem Zweit-, Aufbau- oder Weiterbildungsstudium werden nicht gezählt. Erstmals wird in dieser Studie die neue Fächergliederung des Statistischen Bundesamtes verwendet. Differenzierte Daten zu den Chemieabsolventen nach Abschlussarten (Bachelor, Diplom plus Master, Promotion) werden von der **Gesellschaft Deutscher Chemiker (GDCh)** bereitgestellt, die eigene Erhebungen bei den Hochschulen durchführt. Unterschiede in den Erhebungsmethoden führen zu leichten Abweichungen in den absoluten Anfänger- und Absolventenzahlen von GDCh (seit 2009 ohne Lehramt) und Statistischem Bundesamt. Die **Promotionsquote** wird vom Deutschen Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) als Anzahl der Promotionen bezogen auf den Durchschnitt der Erstabsolventen an Universitäten mit traditionellem Abschluss (Diplom, Magister, Staatsexamen, Lehramt) im Erststudium sowie mit einem Masterabschluss (einschl. Lehramt) im Folgestudium 4, 5 oder 6 Jahre zuvor berechnet.

Verteilung der Studienanfänger und -absolventen nach Studienbereichen und Fächergruppen 2015



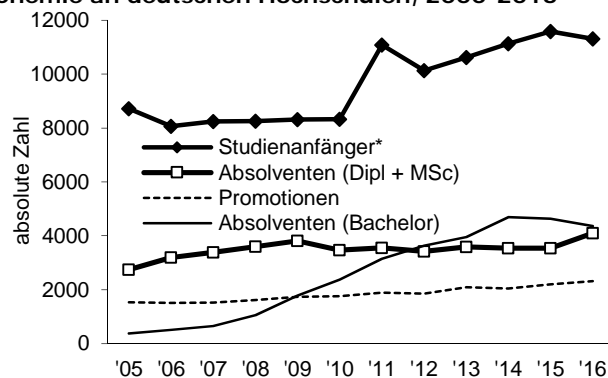
Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

Studienanfänger an deutschen Hochschulen nach Studienbereichen und Fächergruppen 2005-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

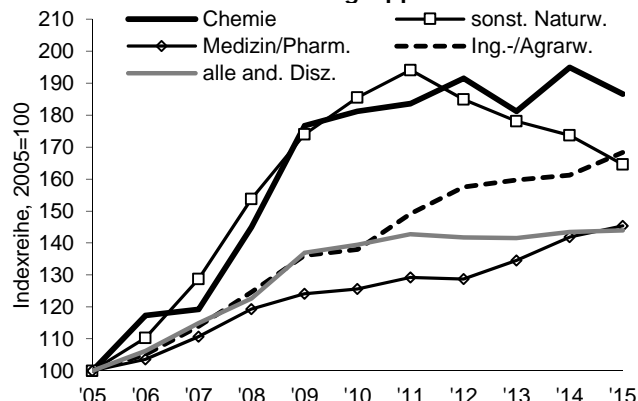
Studienanfänger, -absolventen und Promotionen in der Chemie an deutschen Hochschulen, 2000-2016



*Studienanfänger ab 2009 ohne Lehramt

Quelle: Gesellschaft Deutscher Chemiker – Darstellung des CWS

Erstabsolventen an deutschen Hochschulen nach Studienbereichen und Fächergruppen 2005-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

2 Lehr- und Forschungspersonal in der Wissenschaft

Die Entwicklung des Lehr- und Forschungspersonals in der Wissenschaft (LuF) kann als Indikator sowohl für die Angebotsseite an chemischer Hochschulbildung als auch für die Forschungsstärke dieses Fachgebietes herangezogen werden. Dieser Indikator bildet sowohl die Erarbeitung von Grundlagenforschungsergebnissen als auch die Ausbildung künftiger Forschergenerationen ab.

Im Jahr 2015 waren an deutschen Hochschulen 10.550 Personen hauptberuflich in chemischer Forschung und Lehre tätig, 75 mehr als im bisherigen Spitzenjahr 2013. Dies entspricht einem Fünftel des LuF-Personals in den Naturwissenschaften und 4,4 % des gesamten LuF-Personals. Dieser im Vergleich zu den Studienanfängern und Absolventen mehr als doppelt so hohe Anteil ist auf den hohen Betreuungsbedarf in der Lehre sowie auf die relativ hohe Anzahl an Promotionen zurückzuführen.

Parallel zur Entwicklung der Studienanfängerzahlen ist das wissenschaftliche Hochschulpersonal in Deutschland insgesamt wie auch in der Chemie von 2005 bis 2013 um rund 40 % gestiegen. Seitdem ist

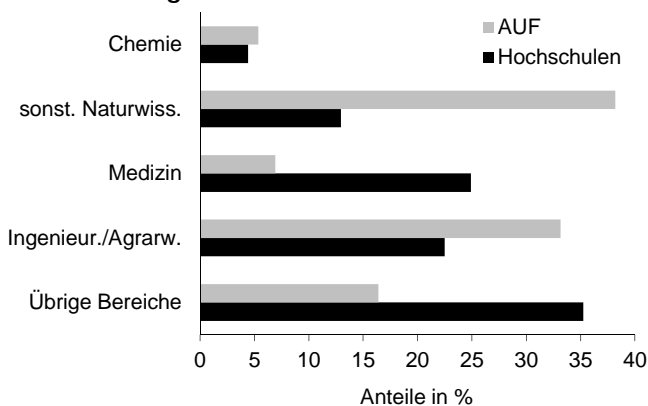
das Personal in den Naturwissenschaften aber kaum noch ausgeweitet worden.

Der beschriebene Zuwachs wurde in der Chemie im Wesentlichen über Drittmittelstellen und die Ausweitung von Teilzeitverträgen getragen. Die Drittmittelquote in chemischen Fachbereichen ist nicht nur wie in Biologie und Physik herausragend hoch, sondern zudem überproportional gestiegen. Auch dies kann als Indiz für zunehmende FuE- und Innovationskooperationen zwischen Hochschulen und Wirtschaft gewertet werden (vgl. Abschnitt 13).

Die außeruniversitäre Forschung setzt generell besondere Schwerpunkte in Natur- und Ingenieurwissenschaften. Insgesamt waren dort 2015 mehr als 3.400 Wissenschaftler im Bereich Chemie tätig, rund 400 mehr als 2014. Damit machen Chemiker 5,4 % des gesamten wissenschaftlichen Personals aus und sind in allen Einrichtungsarten vertreten. Insgesamt waren 2015 24,5 % des hauptberuflichen wissenschaftlichen Personals in der Chemie in Deutschland in der außeruniversitären Forschung tätig, 2,4 % an Fachhochschulen und 73,1 % an Universitäten.

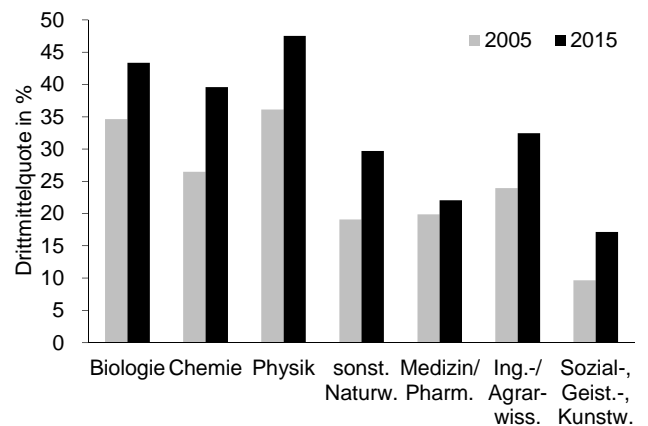
Die **Lehr- und Forschungskapazitäten an Hochschulen** umfassen das hauptberuflich tätige wissenschaftliche und künstlerische Personal an deutschen Hochschulen. Die **Drittmittelquote** ist der Anteil des nicht aus Grundmitteln der Hochschulen, sondern aus der Wirtschaft oder über Projekte der Deutschen Forschungsgemeinschaft u. ä. finanzierten Lehr- und Forschungspersonals. Die Zahlen zum Personal und zu den **Wissenschaftlern in außeruniversitären Forschungseinrichtungen** beziehen sich auf die vier großen Forschungsorganisationen (Fraunhofer, Max-Planck, Helmholtz, Leibniz), die Bundes- und Landesforschungsanstalten und sonstige öffentliche FuE-Einrichtungen. Dabei wird für den gesamten Betrachtungszeitraum die seit 2015 gültige **Fächergliederung** verwendet, in der die Informatik den Ingenieurwissenschaften (vorher Naturwissenschaften) und die Veterinärmedizin den Agrarwissenschaften (vorher Medizin) zugerechnet wird.

Verteilung der Wissenschaftler an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen (AUF) nach Wissenschaftsgebieten in Deutschland 2015



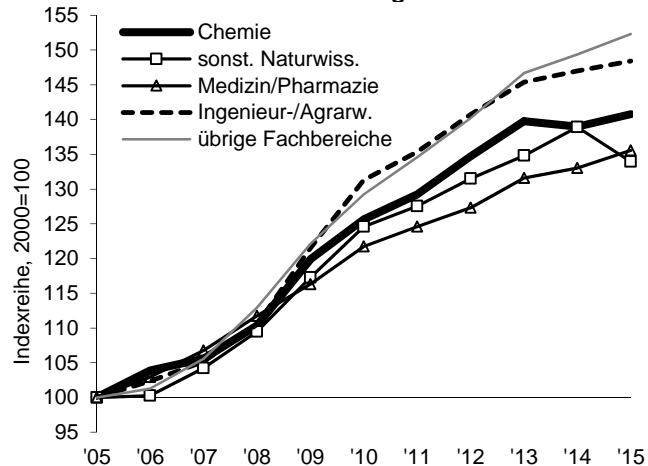
Hochschulen: hauptberufliches LuF-Personal, AUF: Wissenschaftler
Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS und ZEW

Drittmittelquote beim Lehr- und Forschungspersonal an Hochschulen nach Wissenschaftsgebieten 2005 und 2015



Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

Entwicklung des Lehr- und Forschungspersonals an Hochschulen nach Wissenschaftsgebieten 2005-2015



Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

Wissenschaftler in der Chemie an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in Deutschland 2015

	Anzahl	Anteil in %	Anteil an allen Wissensch. (%)
Universitäten	10.213	73,1	5,1
Fachhochschulen	340	2,4	1,0
Hochschulen	10.553	75,5	4,4
Helmholtz-Gemeinschaft	780	5,6	4,3
Max-Planck-Gesellschaft	762	5,5	11,6
Fraunhofer-Gesellschaft	477	3,4	5,6
Leibniz-Gemeinschaft	481	3,4	7,2
Bundes-/Landesforschungs-einr.	573	4,1	5,0
sonst. außeruniversitäre Einricht.	343	2,5	2,8
Außeruniversitäre Forschung	3.416	24,5	5,4
Gesamt	13.969	100,0	4,6

„Wissenschaftler“: an Hochschulen hauptberufliches Lehr- und Forschungspersonal; an außeruniversitären Forschungseinrichtungen: wissenschaftliches Personal in Vollzeitstellen
Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS und ZEW

3 Wissenschaftliche Publikationen

Die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in internationalen, referierten Zeitschriften ist ein wichtiger Indikator für den Forschungsoutput von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen und damit für die Leistungsfähigkeit der wissenschaftlichen chemischen Forschung.

Im Jahr 2016 wurden im Science Citation Index (SCI) mehr als 14.400 Chemiepublikationen von Wissenschaftlern in Deutschland gezählt. Bezogen auf die weltweiten Chemiepublikationen erzielt Deutschland einen Anteil von 6,2 %. Dieser ist seit 2013 annähernd konstant geblieben, gegenüber 2005 (7,5 %) aber spürbar zurückgegangen. Die zeitliche Entwicklung macht deutlich, dass sich die akademische Chemieforschung zunehmend nach China, Indien und Südkorea verschoben hat. Generell spielt die Chemie als Wissenschaftsfeld in Asien eine besondere Rolle. In allen vier betrachteten asiatischen Ländern ist der Anteil der Chemiepublikationen an allen wissenschaftlichen Publikationen überdurchschnittlich hoch.

Die Zahl der Chemiepublikationen aus Deutschland ist seit 2005 mit dem allgemeinen Trend kontinuierlich

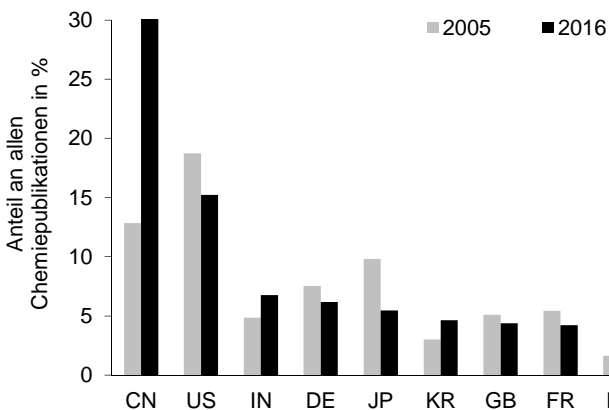
gestiegen und wird im Mittel klar vom dominierenden Feld der Grundstoffchemie bestimmt. Die weltweiten Chemiepublikationen zeigen dagegen schon seit 2010 eine überdurchschnittlich hohe und zunehmende Dynamik. Dies ist vor allem auf die aus globaler Perspektive überdurchschnittlich günstige Entwicklung in der Grundstoffchemie, aber auch Verfahrenstechnik zurückzuführen, wo vor allem China, Indien und Südkorea die weltweite Dynamik bestimmt haben.

Weltweit wie auch in Deutschland hat insbesondere die Organische Chemie zunehmend an Bedeutung verloren. Zudem bleiben die Verfahrenstechnik und die Polymer-Chemie aus deutscher Sicht hinter der globalen Entwicklung zurück. Überdurchschnittlich stark gestiegen sind die Publikationen in der Grundstoffchemie.

Eine aktuelle Analyse zur qualitativen Bewertung der Publikationstätigkeit belegt, dass China bei allen zitationsbezogenen Indikatoren deutlich aufgeholt hat. Quer über alle chemischen Wissenschaftsfelder ist China mittlerweile besser in international viel zitierten und stark sichtbaren Zeitschriften vertreten als Deutschland.

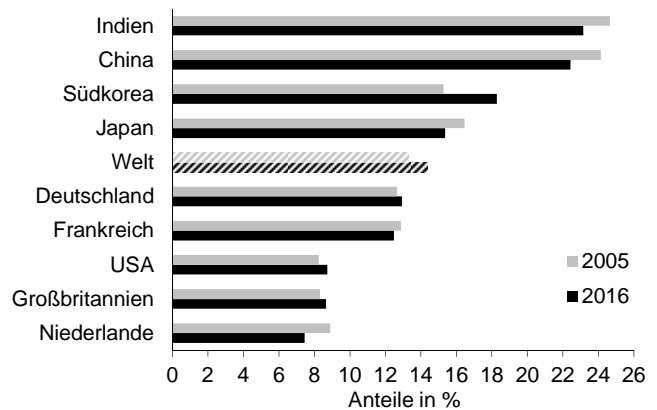
Die Analyse zu den wissenschaftlichen **Chemiepublikationen** beruht auf einer Recherche des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) im Science Citation Index (SCI), dem Hauptteil der Datenbank Web of Science (WoS), die Natur-, Lebens-, Ingenieurwissenschaften sowie die Medizin abdeckt. Schon die Registrierung einer Publikation im SCI kann als ein Qualitätsindikator betrachtet werden, da dort generell Zeitschriften berücksichtigt sind, die häufig zitiert werden und eine hohe Sichtbarkeit haben. Die Zuordnung nach Ländern erfolgt dabei auf Basis des **Arbeitsortes des Wissenschaftlers**. Ein Teil des Anstiegs der Publikationszahlen ist darauf zurückzuführen, dass die Zahl der im SCI berücksichtigten Zeitschriften kontinuierlich ausgeweitet worden ist. Die Aussagen zur qualitativen Bewertung der Publikationen beziehen sich auf Frietsch/Helmich/Neuhäusler (2017): Performance and Structures of the German Science System 2016. Studien zum Deutschen Innovationssystem 5-2017. Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation.

Anteil ausgewählter Länder an den internationalen Publikationen in der Chemie 2005 und 2016



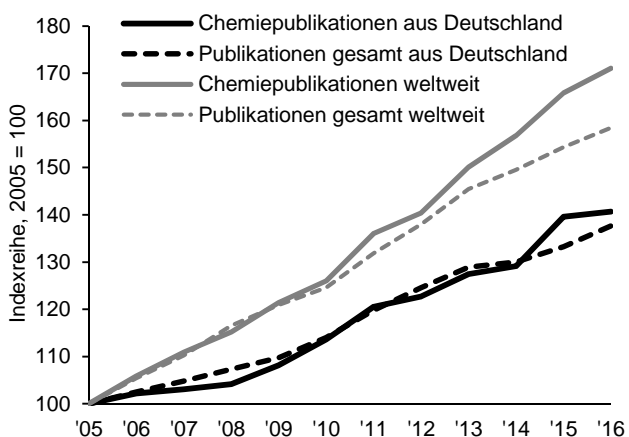
Quelle: Web of Science – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

Anteil der Chemiepublikationen an allen wissenschaftlichen Publikationen 2005 und 2016



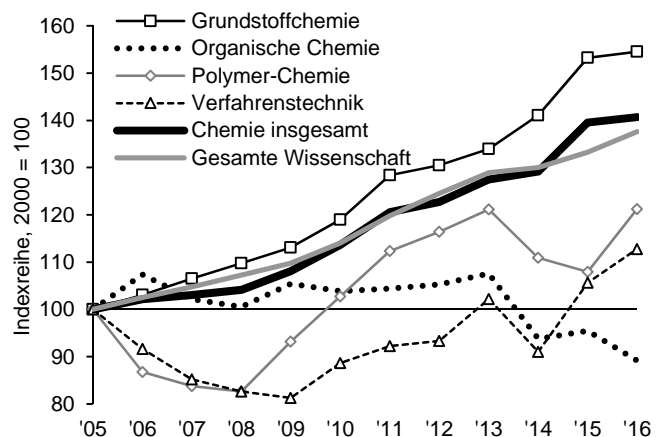
Quelle: Web of Science – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

Entwicklung der Publikationen in Deutschland und weltweit 2005-2016



Quelle: Web of Science – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

Entwicklung der Chemiepublikationen aus Deutschland nach Teilsegmenten 2005-2016



Quelle: Web of Science – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

4 Berufliche Bildung im MINT-Bereich

Die berufliche Bildung im MINT-Bereich ist ein wichtiger Baustein für die Diffusion von neuen Technologien und die Verankerung des Innovationsgedankens bis weit in die mittelständische Wirtschaft hinein. 2015 wurden in typischen Chemieberufen quer über alle Wirtschaftsbereiche in Deutschland rund 4.700 Ausbildungsverträge neu abgeschlossen, mit Fokus auf Chemikanten (42 %) und Chemielaboranten (34 %). Laborberufe sind aufgrund hoher Ausbildungsanforderungen und attraktiver Karrierewege zum überwiegenden Teil von Abiturienten besetzt. Aber auch unter den Chemikanten ist der Anteil der Ausbildungsanfänger mit Hochschulreife (34 %) überdurchschnittlich hoch. Chemieproduktionsberufe sind weiterhin klar von Männern dominiert, der Nachwuchs in Laborberufen wird mehrheitlich von Frauen gestellt.

Während die Zahl der Ausbildungsanfänger in Deutschland seit 2008 stark rückläufig ist, ist die Zahl der Neuabschlüsse in Chemieberufen 2010/11 deutlich gestiegen und hält sich seitdem auf diesem Niveau. Grund hierfür ist der deutliche Zuwachs bei Chemieproduktionsberufen. Dort ist die Zahl der Neuabschlüsse 2016 (2.500) rund ein Viertel höher als 2009,

auch wenn gegenüber 2015 ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist. Hingegen folgt die Entwicklung bei Laborberufen in etwas abgeschwächter Form dem allgemein rückläufigen Trend.

In der deutschen Chemieindustrie waren Ende 2016 15.580 Auszubildende beschäftigt, darunter 43 % in Chemieberufen und 13 % in technischen MINT-Berufen. Rechnet man noch die Berufe der Kunststoffverarbeitung sowie Farb- und Lacktechnikberufe hinzu, sind 60 % der Auszubildenden in MINT-Berufen tätig, 2012 waren es erst 53 %. In Chemieberufen ist die Zahl der Auszubildenden je 100 beschäftigte Fachkräfte von 5,9 (2012) auf 8,8 (2016) gewachsen.

Insgesamt waren in Deutschland Ende 2016 169.530 Fachkräfte mit Chemieberufen beschäftigt, davon 40,5 % in der Chemieindustrie, knapp 19 % in der Pharmaindustrie, 21,5 % im übrigen Produzierenden Gewerbe und 8,5 % in technischen Dienstleistungen. Bei den Auszubildenden in Chemieberufen ist der Anteil der Chemieindustrie mit 46,6 % deutlich höher als bei den Beschäftigten und unterstreicht die gewachsenen Ausbildungsanstrengungen innerhalb der Branche.

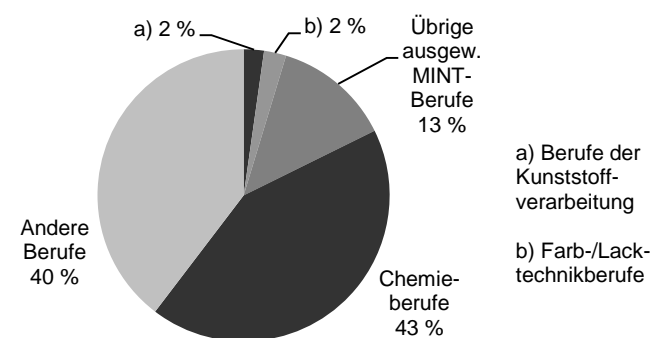
Die Angaben zur Zahl der **neu abgeschlossenen Ausbildungsverträge** (Stand 31.12.) in chemietypischen Ausbildungsberufen beruhen auf der Berufsbildungsstatistik des Statistischen Bundesamtes (Fachserie 11, Reihe 3). Die Informationen zur **Beschäftigung und Ausbildung in ausgewählten Berufen und Wirtschaftszweigen** stammen aus einer Sonderauswertung der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA) zum 31.12.2016. Die Zuordnung folgt der **Klassifikation der Berufe (KldB) 2010**. **Fachkräfte** verfügen üblicherweise über eine abgeschlossene zwei- bis dreijährige Berufsausbildung. Die **Chemieberufe** sind in der KldB 2010 in der Berufsgruppe 413 erfasst. **Andere typische MINT-Berufe** sind Berufe der Kunststoff- und Kautschukherstellung und -verarbeitung (221) sowie Farb- und Lacktechnikberufe (222). Hinzu kommen **Querschnittsberufe aus dem MINT-Bereich**: Mechatronik, Energie- und Elektroberufe (26), Technische Forschungs-, Entwicklungs-, Konstruktions- und Produktionssteuerungsberufe (27) sowie Informatik-, Informations- und Kommunikationstechnologieberufe (43) (ausgewiesen als „übrige ausgewählte MINT-Berufe“), sofern diese über eine duale Berufsausbildung erworben werden können. „**Technische Dienstleistungen**“ umfassen „Architektur- und Ingenieurbüros“, „Technische, physikalische und chemische Untersuchung“ sowie „Forschung und Entwicklung in Natur-, Ingenieur-, Agrarwissenschaften und Medizin“.

Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge in wichtigen technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildungsberufen in der Chemie 2016

Ausbildungsberuf	Insgesamt abs.	davon w. eibl.* %	Schulische Vorbildung			
			HS	RS	HR	Son.
Produktionsberufe*	2.499	18,4	7,7	56,3	34,7	1,3
Chemikant	1.983	14,2	6,2	58,9	33,6	1,4
Produkt.-fachkr. Chemie	207	10,1	31,9	53,6	14,5	1,4
Laborberufe*	2.205	57,7	0,7	27,9	69,5	1,9
Chemielaborant	1.587	55,8	0,8	29,1	67,9	2,5
Biologielaborant	501	68,3	0,6	23,4	76,0	0,0
Chemieberufe insg.*	4.704	36,8	4,4	43,0	51,0	1,6
Alle Ausbildungsberufe	509.997	39,2	25,0	42,3	28,4	4,3

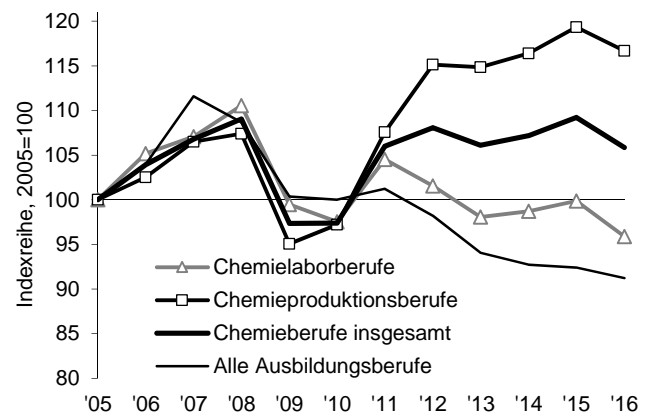
* einschl. Pharmakanten und Lacklaboranten
HS/RS: Hauptschul-/Realschulabschluss, HR: Hochschulreife
Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

Auszubildende in chemietypischen und anderen MINT-Berufen in der Chemieindustrie 2016



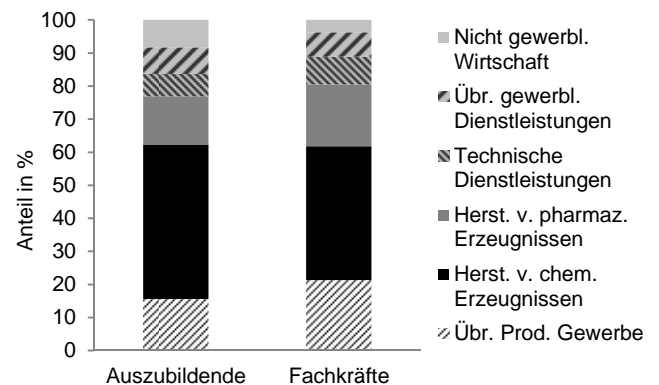
Anteile an allen Auszubildenden in der Chemieindustrie in %
Quelle: BA: Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

Neu abgeschlossene Ausbildungsverträge in Chemieberufen im Vergleich zu allen Neuabschlüssen 2000-2016



Quelle: Statistisches Bundesamt – Berechnungen des CWS

Verteilung der Auszubildenden und Fachkräfte in Chemieberufen nach Wirtschaftssektoren 2016



Quelle: BA: Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

5 Beschäftigung von hochqualifiziertem Personal

Das spezifische Wissen von hochqualifizierten Chemikern und Chemieingenieuren ist für Forschung und Innovation in der Chemieindustrie unerlässlich, aber auch andere hochqualifizierte „Experten“ und „Spezialisten“ (s. Methodenkasten) mit anderen Qualifikationen spielen dabei eine wichtige Rolle.

2016 lag der Anteil aller Hochqualifizierten an den insgesamt gut 326.800 sozialversicherungspflichtig beschäftigten Personen in der Chemieindustrie bei 32,8 % und war damit 1,3 Prozentpunkte höher als 2012 (31,5 %). Im Vergleich zu anderen Technologiebranchen ist der Anteil der sog. Experten (i.d.R. Akademiker) mit 13,5 % vergleichsweise niedrig, der Anteil der sog. Spezialisten (i.d.R. Meister/Techniker) mit 19,3 % hingegen relativ hoch.

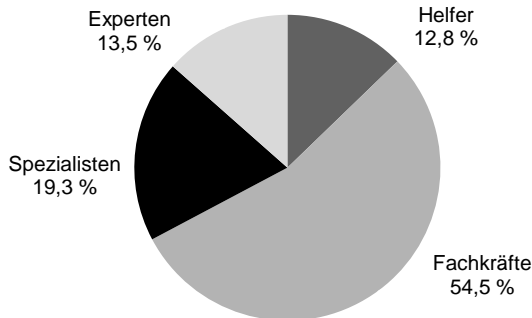
Insgesamt waren 2016 fast 107.100 Hochqualifizierte in der Chemieindustrie beschäftigt. Gut ein Fünftel der Hochqualifizierten der Chemieindustrie üben einen Chemieerberuf aus: hierzu gehören z.B. „Spezialisten“ wie Chemietechniker und Industriemeister der Chemie sowie „Experten“ wie Chemiker und Chemieingenieure. 21,5 % sind in anderen hochqualifizierten MINT-Berufen tätig.

Im Hinblick auf die demographische Entwicklung zeigt sich, dass der Anteil hochqualifizierter Beschäftigter, die 50 Jahre oder älter sind, in der Chemieindustrie mit 42,3 % deutlich höher ist als im Schnitt des Produzierenden Gewerbes (37,7 %) oder erst recht in der Pharmaindustrie (31,9 %). Gerade in den Chemie- und übrigen MINT-Berufen - darunter vor allem bei „Spezialisten“ mit Anteilen von 45-46 % - ist der altersbedingte Ersatzbedarf in den nächsten 15 Jahren besonders hoch. Dies unterstreicht die hohe Bedeutung von strategischer Personalplanung und Nachwuchssicherung in der Chemieindustrie.

Der längerfristige Blick auf die Beschäftigten mit akademischem Abschluss zeigt, dass die Bedeutung dieses Beschäftigungssegments auch in der Chemieindustrie seit 2005 absolut und relativ deutlich zugenommen hat. Allerdings ist die Dynamik bis 2015 teils deutlich hinter dem Trend der übrigen Industrie zurückgeblieben und gleichzeitig die Zahl der Beschäftigten ohne Hochschulabschluss vergleichsweise stärker gesunken. Erst am aktuellen Rand (2015/16) ist die Beschäftigung in der Chemieindustrie in beiden Bereichen überdurchschnittlich gewachsen.

Die Informationen zur **Beschäftigung** (zum 31.12.2016) in **ausgewählten Berufen und Wirtschaftszweigen** stammen aus einer Sonderauswertung der Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit (BA). Die aktuelle Berufsklassifikation der BA (KldB 2010) unterscheidet zusätzlich zur formalen Qualifikation nach dem Anforderungsniveau der jeweiligen Beschäftigten und differenziert zwischen Helfern, Fachkräften sowie **Spezialisten und Experten**. Fachkräfte haben in der Regel eine betriebliche Berufsausbildung ohne zusätzliche Fort- oder Weiterbildung. Spezialisten verfügen üblicherweise über einen Meister-, Techniker-, oder Fachhochschulabschluss und Experten über ein mindestens 4-jähriges Hochschulstudium. Allerdings kann auch langjährige Berufserfahrung ausreichen. Berufsgruppe 413 der KldB 2010 erfasst die **Chemieerberufe**, darunter **als Spezialisten** Chemietechniker und Industriemeister Chemie, **als Experten** Chemiker und Chemieingenieure. Andere **MINT-Berufe** sind Querschnittsberufe aus der technischen Forschung, Entwicklung, Konstruktion und Produktionssteuerung (27), der Mechatronik/Energie- und Elektrotechnik (26) sowie aus dem Bereich der Informatik, Informations- und Kommunikationstechnologie (43). Im Zeitablauf lässt sich nur die Entwicklung der sozialversicherungspflichtig beschäftigten **Akademiker** ohne nähere berufliche Spezifizierung beobachten. Die Revision der Statistik im Jahr 2014 hatte auf die Chemie und andere Industriebranchen kaum Auswirkungen.

Verteilung der Beschäftigten in der deutschen Chemieindustrie 2016 nach Anforderungsniveau



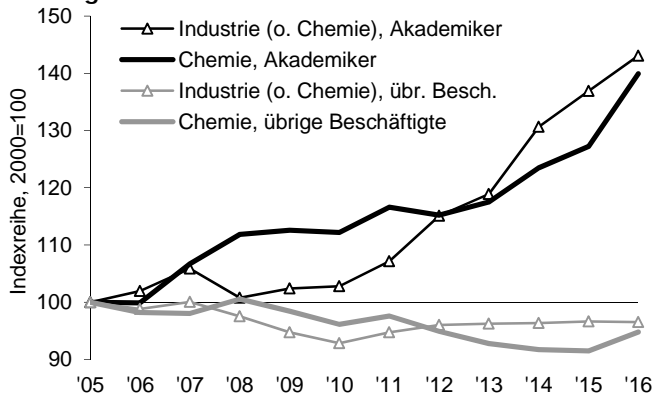
Quelle: BA: Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

Beschäftigung von Hochqualifizierten in der deutschen Chemieindustrie 2016

	Hochqualifizierte insgesamt abs. in %	Spezialisten abs.	Experten abs.	Anteil 50+ in %
Chemieindustrie				
Hochqualif. insg.	107.079 100,0	63.065	44.014	42,3
Chemieerberufe	21.702 20,3	11.704	9.998	42,8
And. MINT-Berufe	23.013 21,5	13.673	9.340	43,9
Rest	62.364 58,2	37.688	24.676	41,6
Produz. Gewerbe	2.177.084 .	1.259.067	918.017	37,7
Pharmaindustrie	63.853 .	34.106	29.747	31,9

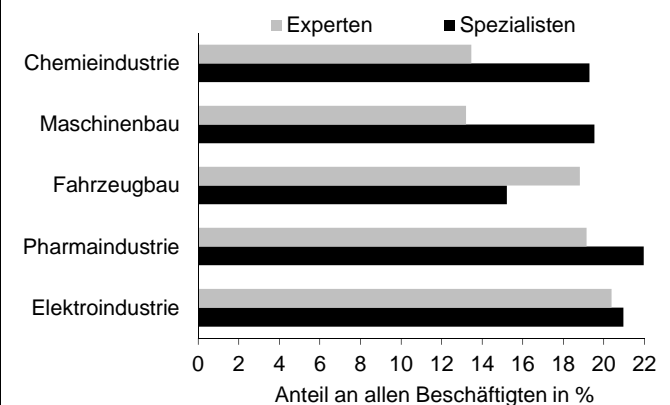
Quelle: BA: Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

Akademikerbeschäftigung¹ in der Chemieindustrie und der übrigen Verarbeitenden Industrie 2005-2016



1) hier Stichtag 30.06 – 2) Zahl der Akademiker geschätzt – 3) Bruch in der Reihe wegen der Revision der Beschäftigtenstatistik
Quelle: BA Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

Anteil der Hochqualifizierten in der Chemieindustrie und anderen Technologiebranchen in Deutschland 2016



Quelle: BA: Beschäftigtenstatistik – Berechnungen des CWS

6 FuE-Ausgaben und FuE-Personal der Wirtschaft

Im Jahr 2015 wendete die deutsche Chemieindustrie insgesamt fast 4,2 Mrd. € für Forschung und Entwicklung (FuE) auf. Damit liegt die Branche mit 6,2 % aller von der Industrie getätigten FuE-Ausgaben auf Rang 5 hinter dem Fahrzeugbau, der Elektroindustrie, dem Maschinenbau und der Pharmabranche. Bezogen auf das für FuE eingesetzte Personal (2015: 23.618 Personen in Vollzeitstellen gerechnet) belegt die Chemieindustrie mit einem Anteil von 7,3 % den vierten Rang vor der Pharmabranche.

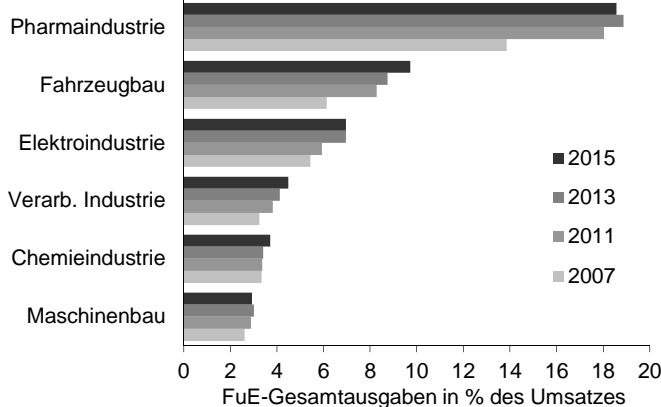
Im Verlauf des letzten Jahrzehnts blieben die FuE-Ausgaben der Chemieindustrie annähernd konstant und damit hinter dem Industriedurchschnitt zurück. Seit 2011 war jedoch auch in der Chemieindustrie wieder ein klarer Aufwärtstrend zu verzeichnen, der sich 2015 jedoch nicht mehr fortgesetzt hat. 2015 gingen die gesamten FuE-Ausgaben um 1,9 % zurück. Die Planungen für 2016 sind mit einem Plus von unter einem Prozent recht verhalten. Erst für 2017 ist wieder eine spürbare Ausweitung von fast 3 % vorgesehen.

Gemessen am Umsatz lag der Anteil der FuE-Ausgaben 2015 bei 3,7 % und damit unter dem Industriedurchschnitt (4,5 %), der infolge der stärkeren FuE-Intensivierung anderer Branchen, speziell des Fahrzeugbaus, spürbar gewachsen ist. Hingegen zeigt sich die Chemieindustrie bezogen auf den Anteil des FuE-Personals an den Beschäftigten mit Quoten zwischen 6,5 und 7,5 % als überdurchschnittlich forschungintensiv. Allerdings ist der „Vorsprung“ zum Industriedurchschnitt langfristig kleiner geworden.

Der Anteil der deutschen Chemieindustrie an den globalen FuE-Aufwendungen der Branche lag 2016 geschätzt bei 9,7 %. Bei der FuE-Intensität befindet sich die deutsche Chemieindustrie mit 2,7 % gleichauf mit Frankreich hinter Japan (3,7 %), während Großbritannien, die USA und die Niederlande deutlich zurück liegen. Abgesehen von Frankreich ist die FuE-Intensität in der Chemie in allen betrachteten Ländern auf lange Sicht gesunken, in Deutschland – anders als bei den anderen – aktuell aber wieder etwas gestiegen.

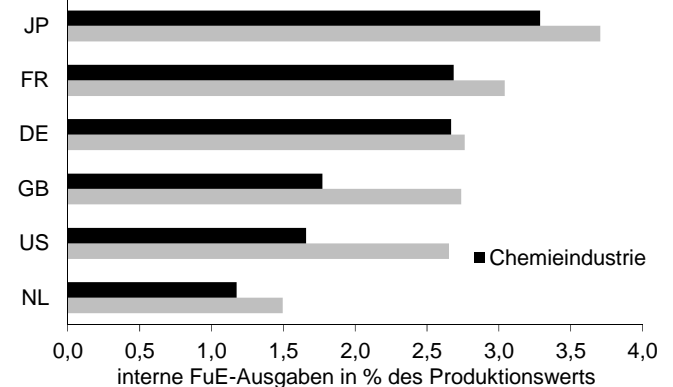
Für die Analyse der **FuE-Aktivitäten in Deutschland** werden die **gesamten** von den Unternehmen selbst erbrachten internen und durch Auftragsvergabe von Dritten erbrachten externen FuE-Ausgaben betrachtet. Die **FuE-Intensität** errechnet sich als Anteil der gesamten FuE-Ausgaben am Umsatz aus eigenen Erzeugnissen. Das **FuE-Personal** wird in Vollzeitäquivalenten ausgewiesen. Die FuE-Personalintensität ist der Anteil des FuE-Personals an allen Beschäftigten in Unternehmen. Für den **internationalen Vergleich** liegen nur Daten für die **internen** FuE-Ausgaben vor. Die Angaben zu den FuE-Aktivitäten in Deutschland stammen von der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft. Die Angaben für den internationalen Vergleich von der OECD.

FuE-Gesamtaufwendungen in % des Umsatzes aus eigenen Erzeugnissen in Deutschland 2007-2015



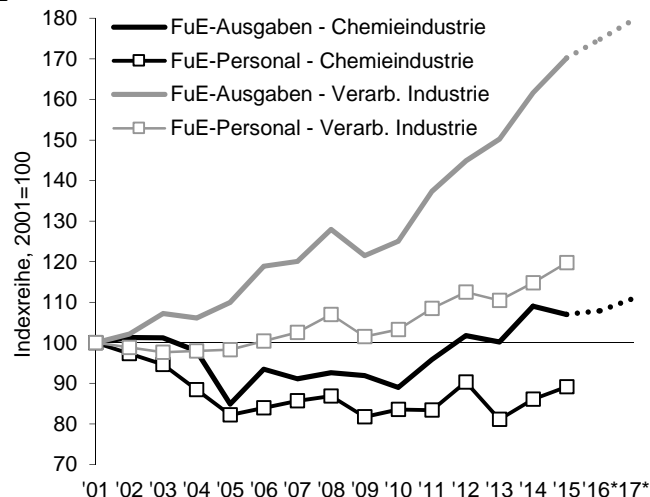
2007: WZ 2003; ab 2011: WZ 2008
Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband – Berechnungen des CWS

Interne FuE-Aufwendungen in % des Produktionswerts in der Chemieindustrie und der verarbeitenden Industrie im Ländervergleich 2014



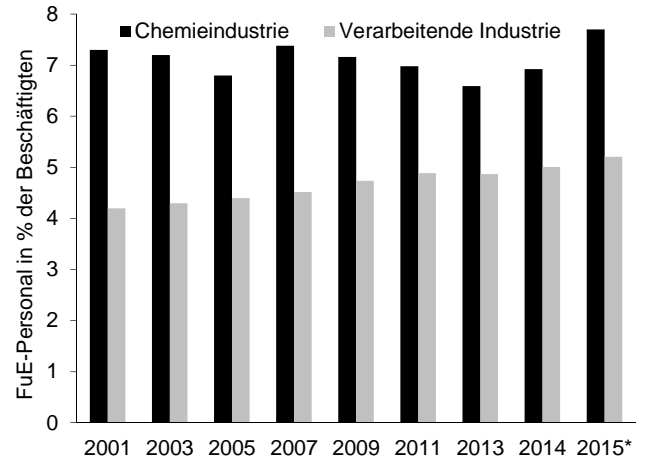
Berechnungen für China nicht möglich
Quelle: OECD: STAN R&D; MSTI – Berechnungen des CWS

Entwicklung des FuE-Personals und der FuE-Gesamtausgaben in Deutschland 2001-2017



* Planzahlen – bis 2007: WZ 2003; ab 2008: WZ 2008
Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband – Berechnungen des CWS

FuE-Personalintensität in der Chemieindustrie und der verarbeitenden Industrie in Deutschland 2001-2015



Bis 2007: WZ 2003; ab 2009: WZ 2008
* Zuwachs 2015 teilweise durch veränderte statistische Abgrenzungen bestimmt
Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband – Berechnungen des CWS

7 FuE-Ausgaben der größten Chemieunternehmen

Die Chemieindustrie ist eine global vernetzte Branche. Um im weltweiten Wettbewerb erfolgreich zu sein, müssen die Unternehmen Präsenz auf allen wichtigen geographischen Märkten zeigen. Dadurch kommt großen, global tätigen Unternehmen eine besondere Rolle in der Chemieindustrie zu. Dies gilt auch für FuE. Im Jahr 2015 entfielen fast drei Viertel der globalen FuE-Ausgaben der Branche auf nur 200 Unternehmen. Über die Hälfte dieser „globalen Champions“ ist in den USA und Japan angesiedelt. Deutschland stellt 14 der 200 FuE-ausgabenstärksten Unternehmen in der Chemie. Auf sie entfielen 2015 17,1 % der FuE-Ausgaben dieser Unternehmen. Den höchsten Anteil an den gesamten FuE-Ausgaben der Top-200 weisen US-amerikanische und japanische Unternehmen auf.

Die gemessen an ihren FuE-Ausgaben 15 größten deutschen Chemieunternehmen haben ihren Anteil an

den weltweiten FuE-Ausgaben der Chemieindustrie seit 2005 bei etwa 15 % konstant gehalten. Der Anteil des Standorts Deutschland an den weltweiten FuE-Ausgaben in der Chemie nahm dagegen von 15 % (2006) auf 10 % (2016) ab. Seit 2005 haben die 15 größten deutschen Chemieunternehmen ihre weltweiten FuE-Ausgaben mit 4,7 % p.a. kräftig erhöht. Sie stiegen stärker als der Umsatz (+4,1 %), sodass die FuE-Intensität von 3,1 % (2007) auf 3,5 % (2016) zunahm.

FuE auf Auslandsmärkten kommt dabei insbesondere zur Entwicklung marktgerechter Produkte eine wichtige Rolle zu. So entfielen im Jahr 2015 28 % (das sind 1,1 Mrd. €) der gesamten FuE-Ausgaben der deutschen Chemieunternehmen auf Auslandsstandorte. Von den gesamten in Deutschland getätigten FuE in der Chemieindustrie kamen 14 % von Unternehmen mit Sitz im Ausland.

Angaben zu den **200 Chemieunternehmen mit den höchsten FuE-Ausgaben** sind dem R&D-Scoreboard der EU-Kommission sowie Branchenverzeichnissen entnommen. Für Unternehmen mit Geschäftsbereichen außerhalb der Chemie werden nur die Werte des Segments Chemie (ohne Pharma) berücksichtigt. Unternehmen der Erdölgewinnung und -verarbeitung mit Chemie-Geschäftsfeldern bleiben unberücksichtigt.

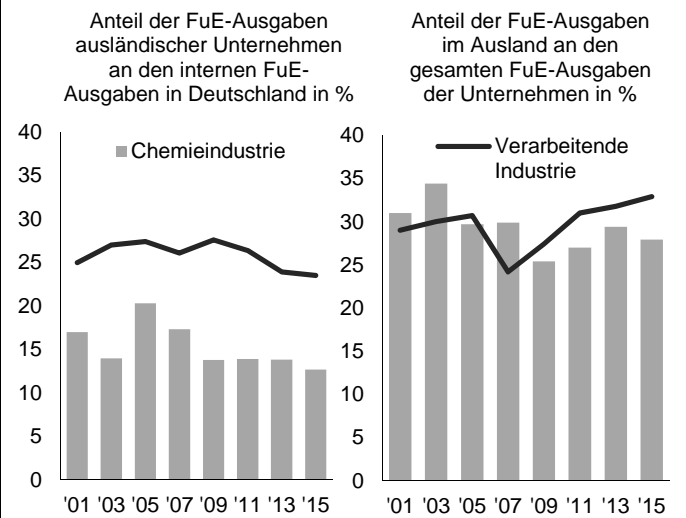
Angaben zu den **15 größten Chemieunternehmen mit Sitz in Deutschland** sind den Geschäftsberichten entnommen und beziehen sich auf die Unternehmensstrukturen des jeweiligen Jahres. Geschäftsaktivitäten außerhalb des Chemiebereichs bleiben unberücksichtigt. Die Gruppe umfasst folgende Unternehmen: Altana, BASF, Bayer (inkl. Covestro), Beiersdorf, Cognis (2001-2010), Evonik (bis 2006: Degussa), Henkel, Klüber Lubrication (ab 2003), K+S (2000-2002, 2011-2013, 2015), Lanxess (ab 2004), Linde, Merck, SGL (2000-2003, ab 2006), Fuchs Petrolub (2000-2005, ab 2011), Sto (2000, 2014, 2016), Südchemie (bis 2010), Symrise (bis 2004: Dragoco Gerberding, Haarmann & Reimer), Wacker.

Die 200 Chemieunternehmen mit den höchsten FuE-Ausgaben¹⁾ 2015 nach Ländern

	Anz. Unternehmen	FuE-Ausgaben in Mio. €	Umsatz in Mio. €	FuE-Ausg. je Umsatz in %	FuE-Dyn. '14-'15 in %	Anteil an insgesamt FuE-Ausg. in %	Umsatz in %	Beschäftigte in Tsd.
US	51	10,193	308,481	3	7	30.2	24.1	743,281
JP	56	7,785	230,723	3	17	23.1	18.1	589,783
DE	14	5,790	175,576	3	10	17.1	13.7	410,220
CH	6	2,067	32,132	6	7	6.1	2.5	85,789
NL	4	1,608	96,571	2	4	4.8	7.6	216,150
FR	4	1,351	84,401	2	11	4.0	6.6	275,923
KR	12	954	56,678	2	20	2.8	4.4	72,097
CN	17	910	78,451	1	22	2.7	6.1	266,491
SA	3	688	43,617	2	47	2.0	3.4	42,708
GB	9	656	32,927	2	13	1.9	2.6	73,207
And.*	24	1,759	138,398	1	12	6.0	12.3	205,944
Ges.	200	33,761	1,277,954	3	12	100	100	2,981,592

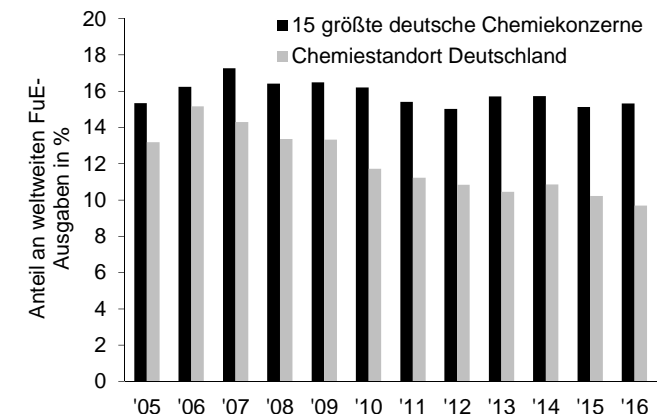
1) ohne Mineralölunternehmen; nur Unternehmen mit Angaben zu FuE
 * BE, DK, IL, IN, AT, TW, ZA, BR, AU, IT, SE, IR, FI, CA, NO
 Quelle: EU-Kommission: Industrial R&D Scoreboard 2016, Geschäftsberichte – Berechnungen des ZEW

FuE-Ausgaben deutscher Chemieunternehmen im Ausland und ausländischer Chemieunternehmen in Deutschland 2001 bis 2015



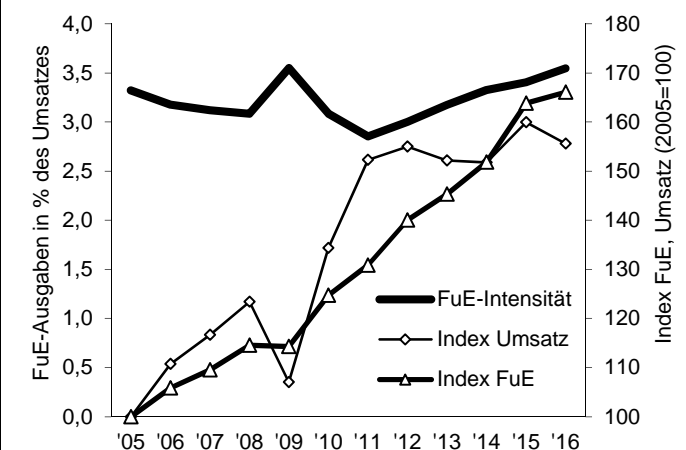
Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband – Berechnungen des CWS

Anteil Deutschlands an den weltweiten¹⁾ FuE-Ausgaben in der Chemieindustrie: Standortprinzip und 15 größte deutsche Chemieunternehmen 2005-2016



1) 20 OECD-Länder plus China und Taiwan. 2015 und 2016 geschätzt
 Quelle: Geschäftsberichte; OECD: ANBERD – Berechnungen und Schätzungen des ZEW und CWS

Weltweite FuE-Ausgaben der 15 größten deutschen Chemieunternehmen¹⁾ 2005-2016



1) Ohne Geschäftsbereiche außerhalb der Chemie
 Quelle: Geschäftsberichte – Berechnungen des ZEW

8 Innovationsausgaben

Im Jahr 2015 gaben die Unternehmen der deutschen Chemieindustrie 7,3 Mrd. € für Innovationsvorhaben aus. Dies ist ein deutlicher Anstieg gegenüber dem Vorjahr (+8 %), nachdem in den beiden Jahren davor die Innovationsausgaben leicht zurückgegangen waren. Die Planungen bis 2017 lassen einen weiteren Anstieg auf 7,6 Mrd. € erwarten.

Die Innovationsintensität nahm 2015 kräftig auf 4,8 % zu. Dazu trugen auch leicht rückläufige Umsätze der deutschen Chemieindustrie bei. In den vergangenen fünf Jahren hat sich die Innovationsintensität der Branche um mehr als einen Prozentpunkt erhöht. Im Vergleich zu anderen Technologiebranchen ist die Innovationsintensität der Chemieindustrie eher niedrig und liegt unter dem Industriedurchschnitt. Der Abstand hat sich in den vergangenen fünf Jahren nicht verringert.

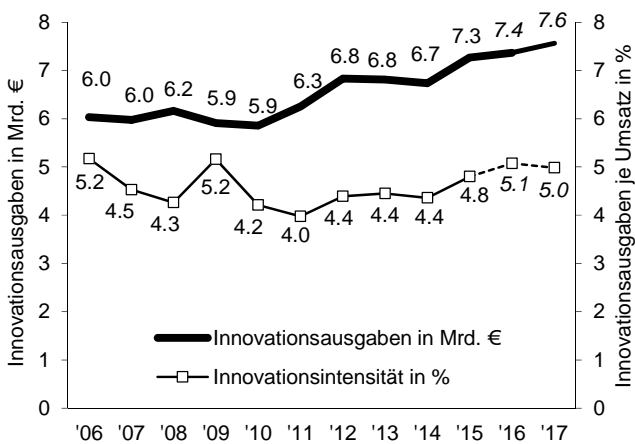
Im europäischen Vergleich ist die Innovationsintensität der deutschen Chemieindustrie gleichwohl sehr hoch. 2014 wies nur Dänemark einen höheren Wert auf. Allerdings liegen für die Schweiz keine Angaben vor. Unter den außereuropäischen Ländern dürfte die Chemieindustrie der USA eine ähnlich hohe und die Japans eine höhere Innovationsintensität besitzen.

Die Innovationsausgaben der Chemieindustrie umfassen zu etwa zwei Drittel Ausgaben für interne und externe FuE. Dies entspricht dem Wert der anderen Technologiebranchen. Knapp ein Sechstel des Innovationsbudgets entfiel 2015 auf Investitionen in neue Anlagen. Geringfügig höher war der Anteil der Aufwendungen für Marketing, Produktdesign, Produktionsvorbereitung und Weiterbildung. Zuletzt nahm der Anteil der FuE-Ausgaben zu, während der Anteil der investiven Innovationsausgaben zurückging.

Innovationsausgaben: Ausgaben für interne und externe Forschung und Entwicklung (FuE), für Investitionen in Sachanlagen, Software und andere immaterielle Wirtschaftsgüter (z.B. Patente, Lizenzen) im Zusammenhang mit Produkt- oder Prozessinnovationsaktivitäten sowie Weiterbildungsaufwendungen, Marketingaufwendungen und Aufwendungen für Konzeption, Konstruktion, Design und Produktions- und Vertriebsvorbereitung im Zusammenhang mit Innovationsprojekten. Alle **FuE-Ausgaben** sind grundsätzlich **Teil der Innovationsausgaben**. Im internationalen Vergleich umfassen die Innovationsausgaben nur FuE-Ausgaben und Investitionen. **Innovationsintensität:** Innovationsausgaben in % des Umsatzes.

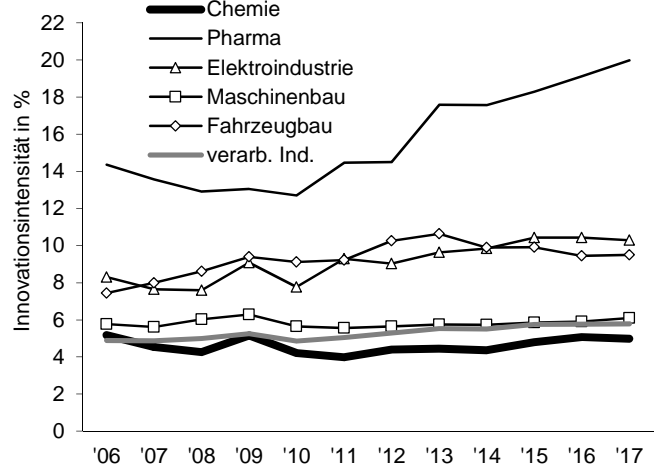
Europäischer Vergleich: Die europäischen Vergleichszahlen beziehen sich auf Unternehmen mit 10 oder mehr Beschäftigten. Die aktuellsten Werte liegen für das Jahr 2014 vor.

Innovationsausgaben und Innovationsintensität in der deutschen Chemieindustrie 2006-2017



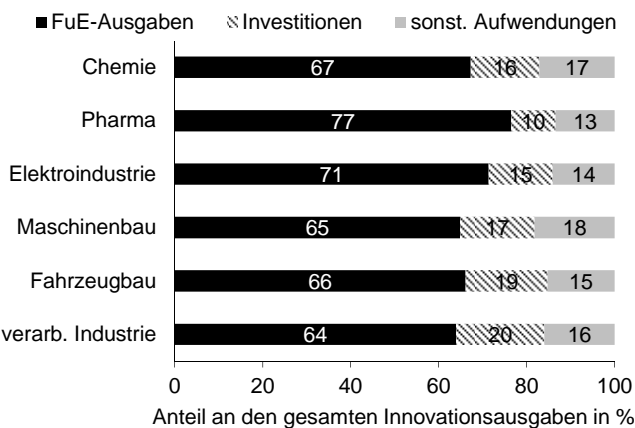
'16 und '17: Planzahlen vom Frühjahr/Sommer 2016, Innovationsintensität auf Basis der VCI-Umsatzprognose für 2017
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Innovationsintensität 2006-2017 in Deutschland im Branchenvergleich



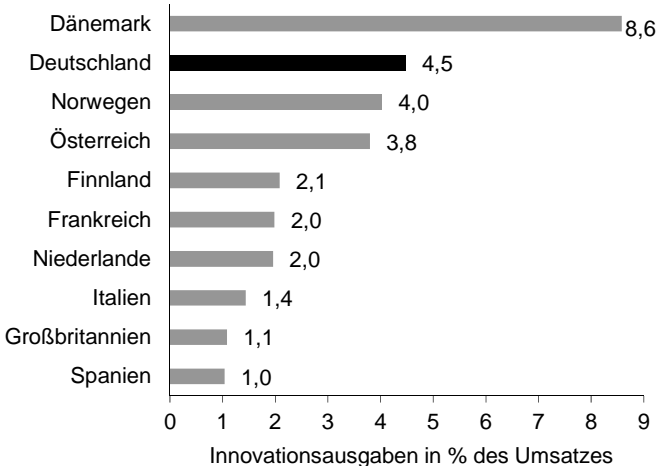
'16 und '17: Planzahlen vom Frühjahr/Sommer 2016
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Zusammensetzung der Innovationsausgaben in Deutschland 2015 im Branchenvergleich



Investitionen ohne FuE-Investitionen (diese sind Teil der FuE-Ausgaben)
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Innovationsintensität in der Chemieindustrie 2014 im europäischen Vergleich



Unternehmen ab 10 Beschäftigte
Quelle: Eurostat: CIS 2014 – Berechnungen des ZEW

9 Innovations- und Forschungsorientierung der Unternehmen

Der Anteil der Chemieunternehmen, die innovativ tätig sind, d.h. die die Entwicklung oder Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen verfolgen, ist 2015 auf 79 % zurückgegangen und dürfte auch im Jahr 2016 weiter sinken. 2014 lag der Anteil der innovativen Unternehmen noch bei 84 %. Der Abstand zum Industriedurchschnitt bleibt aber sehr hoch, da auch in anderen Industriebranchen der Anteil innovativer Unternehmen zurückgeht.

Die Innovationsbeteiligung in der Chemieindustrie ist deutlich höher als in den meisten anderen Technologiebranchen. Einzig die Pharmaindustrie lag 2015 – wie auch in den Vorjahren – knapp vor der Chemie. Besonders hoch ist in der Chemieindustrie der Anteil der forschenden Unternehmen. 2015 betrieben 61 %

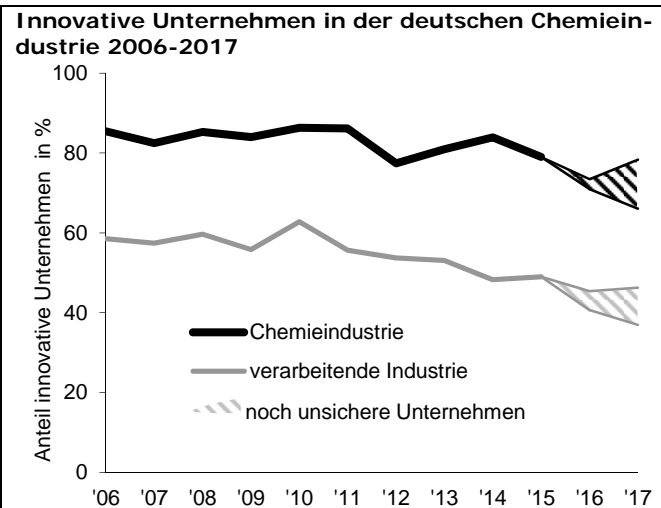
der Chemieunternehmen kontinuierlich FuE, weitere 11 % gelegentlich. Der Anteil der Unternehmen mit kontinuierlicher FuE ist - hinter der Pharmaindustrie - der zweithöchste im Branchenvergleich.

Im längerfristigen Vergleich zeigt sich deutlich ein ansteigender Trend beim Anteil der kontinuierlich forschenden Chemieunternehmen. In der Industrie insgesamt ist die Quote seit 2010 stabil.

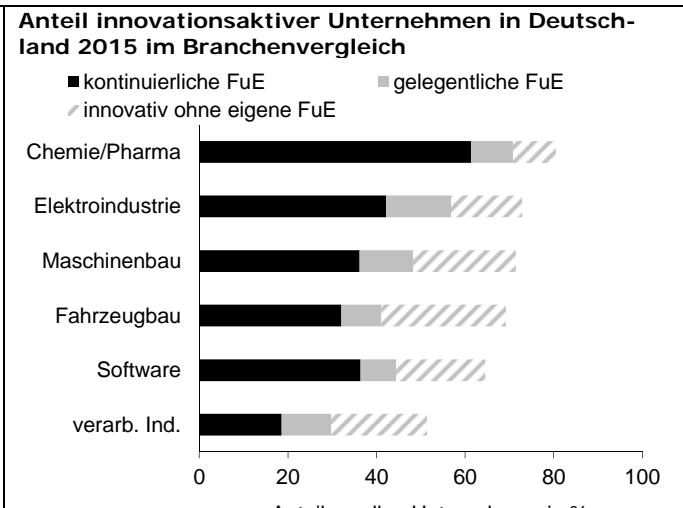
Im europäischen Vergleich nahm 2014 - wie auch in früheren Jahren - die deutsche Chemieindustrie beim Anteil innovationsaktiver Unternehmen den Spitzenplatz ein. Auch der Anteil der kontinuierlich forschenden Chemieunternehmen ist in Deutschland höher als in jedem anderen europäischen Land, für das Vergleichszahlen vorliegen.

Innovationsaktivitäten: Durchführung von Aktivitäten zur Entwicklung und Einführung von Produkt- oder Prozessinnovationen. „Innovative Unternehmen“: Unternehmen mit Innovationsausgaben im jeweiligen Jahr. „Innovationsaktive Unternehmen“: Unternehmen mit Produkt- oder Prozessinnovationsaktivitäten im vorangegangenen Dreijahreszeitraum. Angaben zu geplanten Innovationsaktivitäten in den Jahren 2016 und 2017 beziehen sich auf Produkt- oder Prozessinnovationen (inkl. FuE-Aktivitäten) und wurden im Frühjahr und Sommer 2016 abgegeben. Unternehmen mit noch unsicheren Innovationsaktivitäten hatten zum Befragungszeitpunkt noch nicht entschieden, ob sie im jeweiligen Jahr Innovationsaktivitäten durchführen werden.

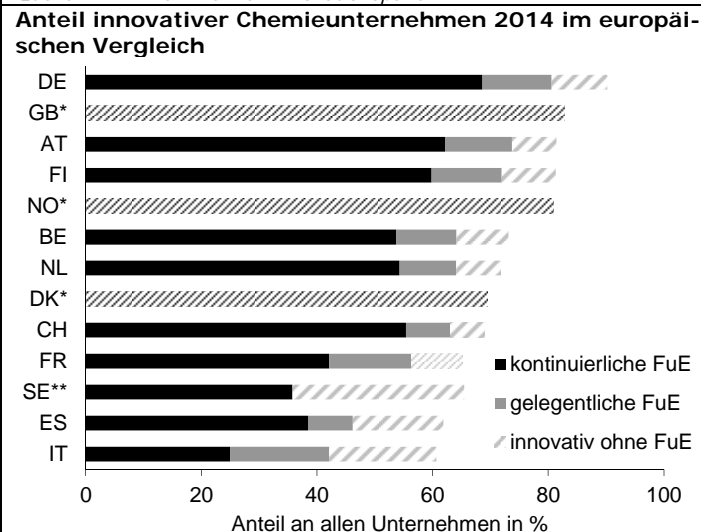
FuE-Aktivitäten: Durchführung von unternehmensinterner Forschung und Entwicklung. „Kontinuierliche FuE“ bezeichnet FuE-Aktivitäten, die auf permanenter Grundlage (z.B. in Form einer eigenen Organisationseinheit oder eigens dafür zuständiger Mitarbeiter) betrieben werden, „gelegentliche FuE“ bezeichnet FuE-Aktivitäten, die nur anlassbezogen durchgeführt werden. FuE-Aktivitäten sind grundsätzlich ein Teil der Innovationsaktivitäten.



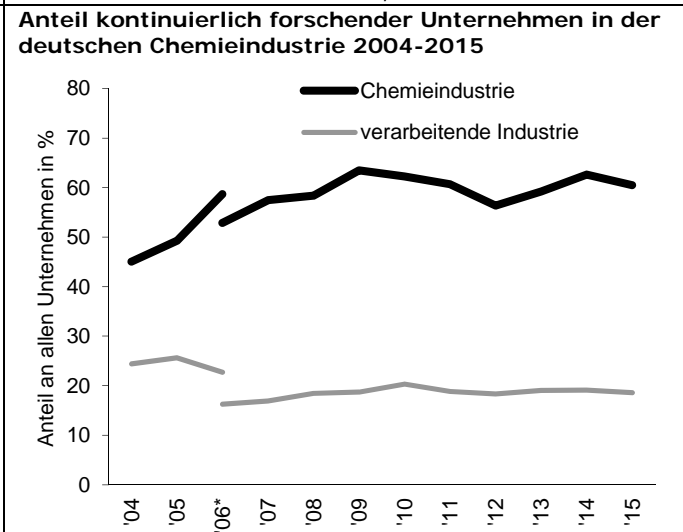
'16 und '17: Planzahlen vom Frühjahr/Sommer 2016
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel



* keine Differenzierung nach FuE-Tätigkeit ausgewiesen
** keine Angaben zu gelegentlicher FuE-Tätigkeit ausgewiesen
Quelle: Eurostat: CIS 2014 – Berechnungen des ZEW



* 2006 Bruch in der Zeitreihe wegen WZ-Umstellung und Umstieg auf Grundgesamtheitszahlen aus dem Unternehmensregister
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

10 Patentanmeldungen

Patentgeschützte Erfindungen sind das Ergebnis von Forschung und Entwicklung und zielen auf die Märkte der Zukunft. Sie sind ein guter „Frühindikator“ dafür, wo und wie viel neues Wissen entstanden ist und kommerziell verwertet werden soll. Im Jahr 2014 wurden in der Chemie weltweit 23.895 transnationale Patente angemeldet, für das Jahr 2015 wird die Zahl auf mehr als 24.000 geschätzt. Deutschland liegt dabei 2015 mit einem Anteil von 12,2 % hinter Japan (27,4 %) und den USA (26,3 %) auf dem dritten Platz. Während Japan, China und Korea gegenüber 2005 anteilmäßig deutlich hinzugewonnen haben, haben insbesondere die USA, aber auch Deutschland und Großbritannien Anteile verloren.

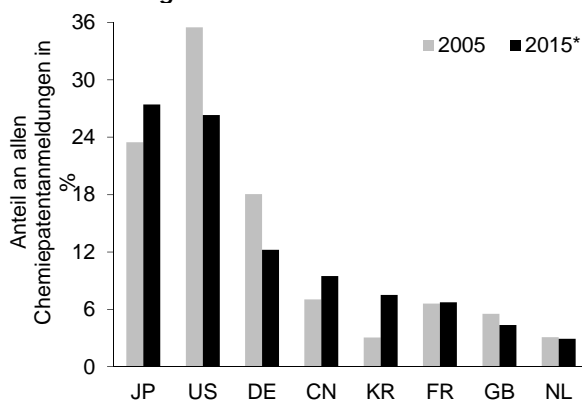
Die weltweite Patentdynamik in der Chemie bleibt seit 2008 mit eher stagnierenden Anmeldezahlen deutlich hinter der weltweiten Patentdynamik über alle Technologiefelder zurück. Eine ähnliche Entwicklung lässt sich auch in Deutschland beobachten, wobei die Zahl der Chemiepatentanmeldungen hier bereits seit

2008 absolut rückläufig ist. Von diesem negativen Trend in Deutschland sind alle Teilsektoren der Chemie betroffen, einzig bei sonstigen chemischen Erzeugnissen sind die Patentanmeldungen seit 2011 nicht mehr zurückgegangen.

Trotz der ungünstigen Entwicklung fällt der Anteil der Chemiepatente an den gesamten Patentanmeldungen in Deutschland mit 10,2 % im Vergleich zum Weltdurchschnitt (9,7 %) noch immer leicht überdurchschnittlich aus. Höhere Strukturanteile ergeben sich für Japan, Frankreich, die Niederlande, Indien – bei insgesamt wenigen transnationalen Patentanmeldungen –, Großbritannien und Südkorea. In den USA (9,9 %) fällt das Gewicht von Chemiepatenten innerhalb des gesamten Patentportfolios etwas niedriger aus als in Deutschland. China bildet aus dieser Perspektive das klare Schlusslicht: Dort sind Chemiepatentanmeldungen trotz hoher absoluter Zuwächse noch immer klar unterrepräsentiert.

Patentanmeldungen sind der am weitesten verbreitete Indikator zur Messung der technologischen Position auf den Weltmärkten. Die Analyse zielt auf transnationale Patentanmeldungen mit ausgeprägt internationaler Orientierung in der Chemie und beruht auf einer Patentrecherche des Fraunhofer ISI im „World Patents Index“ (WPI) in der Version des Datenbank-Anbieters STN. Einbezogen werden Patentanmeldungen am Europäischen Patentamt (EPA) sowie bei der World Intellectual Property Organisation (WIPO) im Rahmen des PCT-Verfahrens (Patent Cooperation Treaty). Aufgrund der aufwendigeren Verfahren und höheren Kosten sind transnationale Patente in der Regel von größerer technologischer und ökonomischer Relevanz als rein nationale Anmeldungen. Die Zuordnung nach Ländern erfolgt nach dem Erfindersitz, die zeitliche Einordnung nach dem Jahr der Erstanmeldung (Prioritätsjahr). Patente von Erfindern aus mehreren Ländern werden in der Länderzuordnung mehrfach berücksichtigt. Die Definition der Teilfelder lehnt sich an die der Wirtschaftszweige (WZ 2008) an. Zum Zeitpunkt der Erhebung im Juli 2017 waren einige Angaben für das Prioritätsjahr 2015 noch unvollständig (zeitliche Abdeckung, Zuordnung von Codes der International Patent Classification). Diese Effekte lassen sich für die weltweiten Angaben gut hochrechnen, auf Länderebene sind Unsicherheiten möglich.

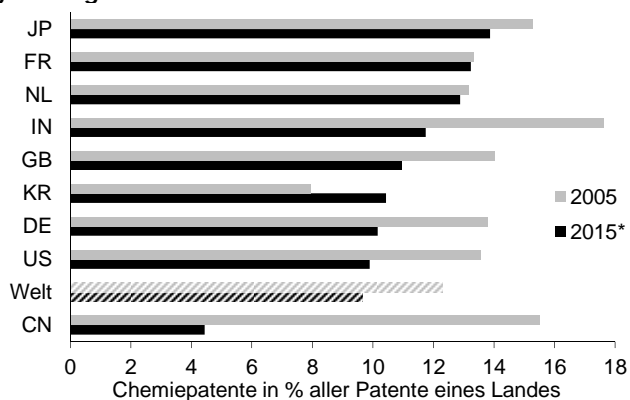
Anteil ausgewählter Länder an den internationalen Patentanmeldungen in der Chemie 2005 und 2015



* hochgerechnet

Quelle: WPI (STN) – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

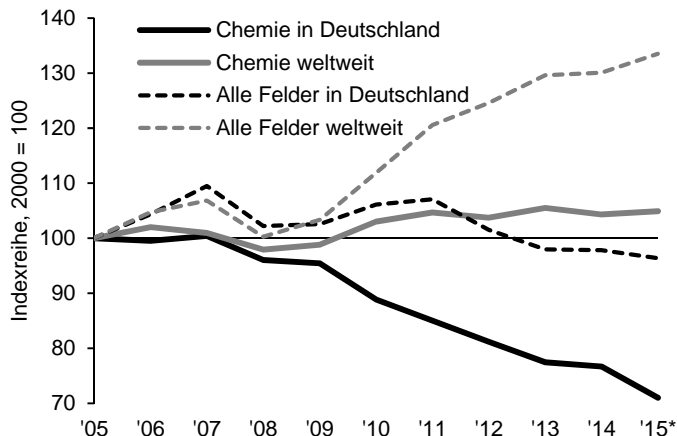
Anteil der Chemiepatente an allen Patentanmeldungen ausgewählter Länder 2005 und 2015



* hochgerechnet

Quelle: WPI (STN) – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

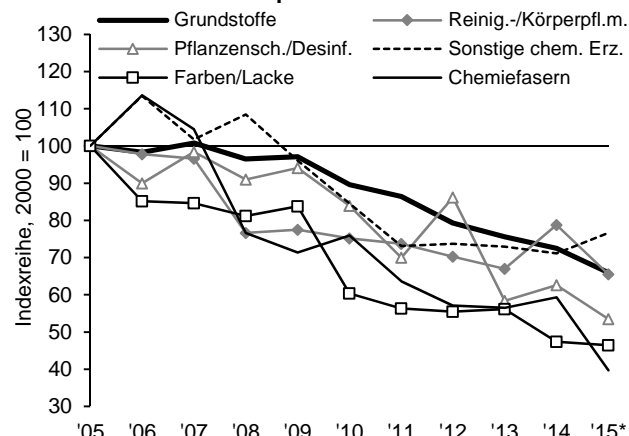
Dynamik von Chemiepatentanmeldungen 2005-2015 in Deutschland und weltweit



* hochgerechnet

Quelle: WPI (STN) – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

Dynamik von Chemiepatentanmeldungen 2005-2015 in Deutschland nach Sparten



* hochgerechnet

Quelle: WPI (STN) – Berechnungen des Fraunhofer-ISI und CWS

11 Innovationserfolge

Der Umsatz mit Produktneuheiten der deutschen Chemieindustrie belief sich im Jahr 2015 auf 22,1 Mrd. €. Dies ist um 18 % unter dem Vorjahreswert und der erste Rückgang seit dem Krisenjahr 2009. Gemessen am Branchenumsatz machten neue Produkte 2015 14,7 % aus. Im Vorjahrsvergleich sind dies knapp 3 Prozentpunkte weniger. 4,7 % des Gesamtumsatzes entfielen auf Marktneuheiten (nach 6,1 % in 2014) und 10,0 % auf Nachahmerinnovationen (2014: 11,4 %). Der Umsatzbeitrag von Sortimentsneuheiten, d.h. von Produktneuheiten, die neue Marktsegmente erschließen, betrug 1,5 %.

Der Umsatzanteil mit neuen Produkten ist in der Chemieindustrie niedriger als in anderen Technologiebranchen, die Anteile zwischen 25 und 50 % erreichen. Auch die Pharmaindustrie erzielte 2015 mit knapp 20 % einen höheren Wert als die Chemieindustrie. Der Industriedurchschnitt liegt bei 24 %. Der Rückstand ist vor allem bei Nachahmerinnovationen hoch. Der niedrige Wert liegt primär an langen Produktlebenszyklen

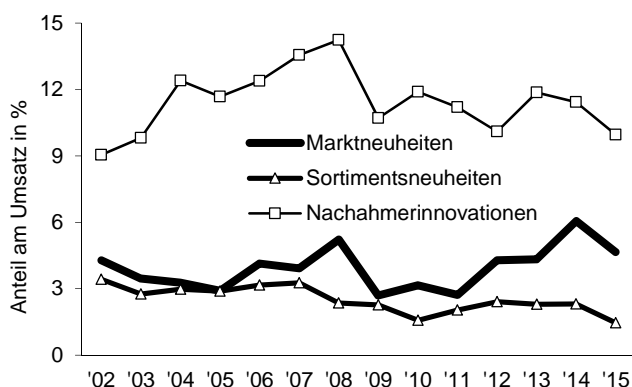
sowie langen Anlaufzeiten, bis Neuheiten hohe Umsatzzahlen generieren.

Im internationalen Vergleich ist der Umsatzanteil der deutschen Chemieindustrie mit neuen Produkten als durchschnittlich einzustufen. Mit einer Quote von 17,4 % im Jahr 2014 lag die Branche knapp unter dem EU-Mittel (18,3 %). Besonders hohe Werte wiesen Dänemark und Großbritannien auf. Vom gesamten Neuproduktumsatz der EU-Chemieindustrie entfiel deutlich über ein Viertel auf Deutschland (28,5 %), womit es gemeinsam mit Großbritannien den Spitzenplatz einnimmt.

Prozessinnovationen trugen 2015 zu einer durchschnittlichen Kostensenkung in der Chemieindustrie von 2,0 % bei. Seit Mitte der 2000er Jahre ist dieser Indikatorwert in der Tendenz rückläufig. Er liegt auch stets unter dem Industriedurchschnitt. Der Abstand ist jüngst deutlich größer geworden. Offenbar erschöpfen sich die Kosteneinsparpotenziale bei einer bereits stark automatisierten Produktion allmählich.

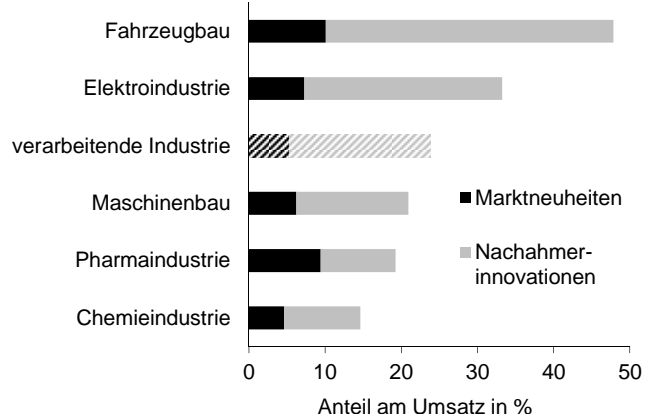
Umsatz mit Produktinnovationen: Umsatz eines Jahres, der auf Produkte zurückgeht, die im vorangegangenen Dreijahreszeitraum neu eingeführt wurden. **Produktinnovationen** sind Produkte, deren Komponenten oder grundlegende Merkmale (wie technische Grundzüge, Komponenten, integrierte Software, Verwendungseigenschaften, Benutzerfreundlichkeit, Verfügbarkeit) – aus Sicht des jeweiligen Unternehmens – neu oder merklich verbessert sind. Nach dem Neuheitsgrad werden **Marktneuheiten** (Produkte, die es im Markt zuvor noch nicht gab), **Nachahmerinnovationen** (neu für ein Unternehmen, aber nicht für den Markt) und **Sortimentsneuheiten** (neue Produkte ohne Vorgängerprodukt im Unternehmen) unterschieden. Die Umsatzzahlen schließen branchenfremde Umsätze und Umsätze mit Handelswaren ein.
Kostensenkungen durch Prozessinnovationen: Anteil der Stückkosten, die mit Hilfe von Prozessinnovationen reduziert werden konnten, die im vorangegangenen Dreijahreszeitraum neu eingeführt wurden.

Umsatzanteil mit Produktneuheiten 2002-2015 in der deutschen Chemieindustrie



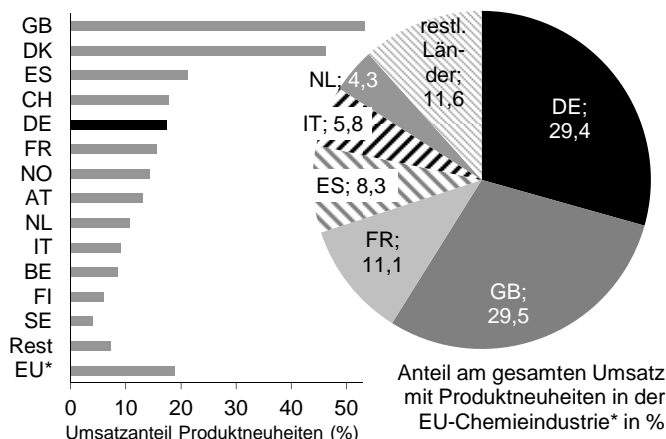
ab 2006: WZ 08
 Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Umsatzanteil mit Produktneuheiten in Deutschland 2015 im Branchenvergleich



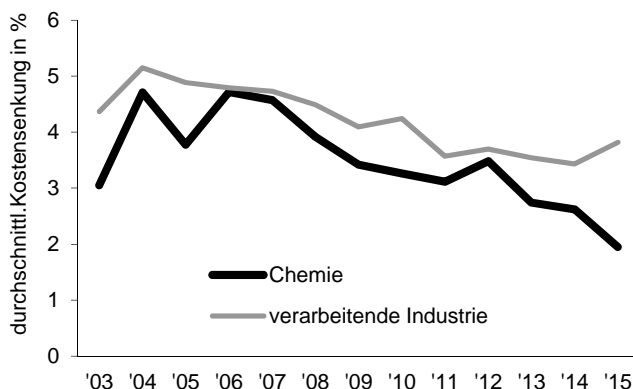
Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Umsatz mit Produktneuheiten 2014 in der Chemieindustrie der EU



* o. CY, LT, LU, SI, SK, inkl. CH, NO; Unternehmen ab 10 Beschäftigte
 Quelle: Eurostat: CIS 2014 – Berechnungen des ZEW

Anteil der Stückkosten, die mit Hilfe von Prozessinnovationen reduziert werden konnten, in der deutschen Chemieindustrie 2003-2015



ab 2006: WZ 08
 Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

12 Außenhandel mit forschungsintensiven Waren

Hochentwickelte Volkswirtschaften wie Deutschland können sich auf den Weltmärkten am ehesten mit Gütern behaupten, für die FuE und Innovation entscheidende Erfolgsfaktoren darstellen. Demzufolge ist der deutsche Exportanteil und Handelsbilanzüberschuss bei forschungsintensiven Waren insgesamt besonders hoch. Dabei wird das deutsche Exportvolumen zu 45 % von Fahrzeugen dominiert, andere forschungsintensive Waren fallen deutlich weniger ins Gewicht.

Im Jahr 2016 wurden aus Deutschland forschungsintensive Chemiewaren im Wert von 32,4 Mrd. € ausgeführt. Das Einfuhrvolumen lag bei 32,9 Mrd. €. Damit war die deutsche Handelsbilanz annähernd ausgeglichen. Der leicht negative Außenhandelssaldo (-0,5 Mrd. €) ist ausschließlich auf organische Industriechemikalien zurückzuführen. Bei den anderen drei Warengruppen wurden Exportüberschüsse erzielt.

Abgesehen vom Krisenjahr 2009 ist das deutsche Handelsvolumen (Exporte und Importe) bis 2015 kontinuierlich gewachsen, wobei die Ausfuhren bis 2014

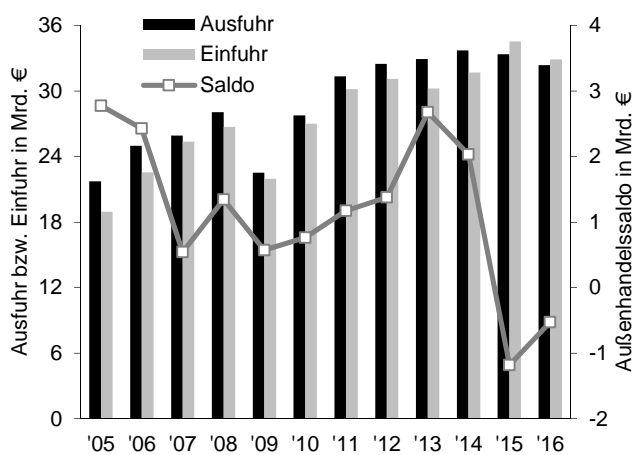
wertmäßig stets über den Einfuhren lagen. 2016 ist sowohl bei den Exporten als auch bei den Importen ein leichter Rückgang zu verzeichnen. Hierbei können auch der Ölpreis und Wechselkurse eine Rolle spielen.

Deutschland ist mit einem Welthandelsanteil von 8,7 % hinter den USA und China 2016 drittgrößter Exporteur forschungsintensiver Chemiewaren. Wie alle anderen traditionellen Chemienationen hat Deutschland Anteile zugunsten von China und Südkorea verloren, konnte sich dabei aber besser behaupten als Japan, Frankreich, Großbritannien und auch die USA.

Im bilateralen Handel mit forschungsintensiven Chemiewaren hat sich die deutsche Position gegenüber allen betrachteten Ländern im Vergleich der Jahre 2008 und 2016 verbessert. Gegenüber Frankreich, den USA, Korea und Japan ist Deutschland klarer Nettoexporteur. Gegenüber China ist die Position mit leichten deutschen Vorteilen annähernd ausgeglichen. Lediglich gegenüber Großbritannien fällt die Handelsbilanz aus deutscher Sicht unverändert negativ aus.

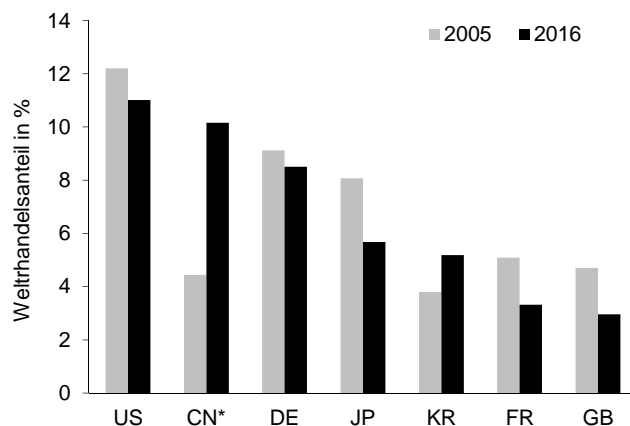
Die Abgrenzung **forschungsintensiver Waren** folgt der NIW/ISI/ZEW-Liste 2012. Ausgehend von den FuE-Intensitäten (interne FuE-Aufwendungen in % des Produktionswerts), wie sie sich für die OECD-Länder auf grober sektoraler Ebene 2008 und 2009 darstellen, wurden mit Hilfe vertiefender und zusätzlicher Informationen differenziertere Listen forschungsintensiver Güter entwickelt und bereitgestellt. Da Teile der Chemie in ihrer FuE-Dynamik im Verlauf des letzten Jahrzehnts hinter anderen Industrien und Gütern zurückgeblieben sind, zählen diese (z.B. Farbstoffe/Pigmente, Polymere, Pyrotechnik) anders als in früheren Abgrenzungen nicht mehr zur Gruppe besonders forschungsintensiver Waren. Der **Außenhandelssaldo** bei einer Warengruppe errechnet sich aus der Differenz von Exporten und Importen. Der **Welthandelsanteil** eines Landes entspricht dem Anteil der Exporte des Landes an allen Exporten in der jeweiligen Warengruppe. Die Niederlande werden beim Außenhandel nicht betrachtet, da deren Handelsvolumen sehr stark von konzerninternen Verflechtungen bestimmt ist (Produktion von chemischen Grundstoffen und Ausfuhr an verbundene Chemieunternehmen zur Weiterverarbeitung).

Ausfuhr, Einfuhr und Außenhandelssaldo Deutschlands bei forschungsintensiven Chemiewaren 2005-2016



Quelle: UN: COMTRADE – Berechnungen des CWS

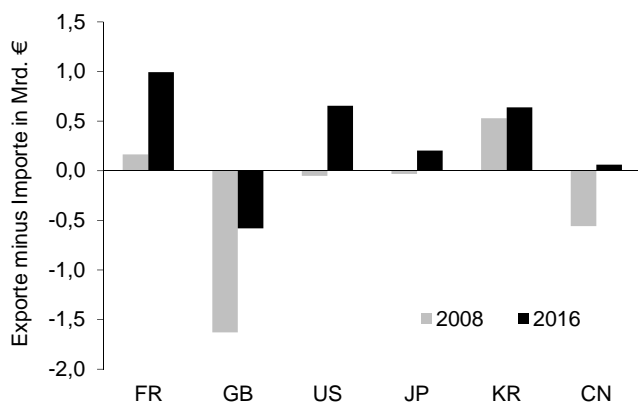
Welthandelsanteil ausgewählter Länder bei forschungsintensiven Chemiewaren 2005 und 2016



* inkl. Hongkong

Quelle: UN: COMTRADE – Berechnungen des CWS

Außenhandelssaldo Deutschlands bei forschungsintensiven Chemiewaren gegenüber ausgewählten Ländern 2008 und 2016



Quelle: UN: COMTRADE – Berechnungen des CWS

Kennzahlen zum Außenhandel Deutschlands mit forschungsintensiven Waren 2016

Warengruppe	Ausf.	Einf.	AH-Saldo*		WHA*
	Mrd. €	Mrd. €	Mrd. €	in %	in %
Anorganische Grundchem.	4,3	3,4	0,9	0,3	10,3
Organische Industriechem.	15,7	22,8	-7,1	-2,5	6,5
Pflanzenschutz-, Desinf.-m.	3,6	1,5	2,2	0,8	13,1
Sonstige Chemiewaren	8,7	5,3	3,5	1,2	12,5
Chemische Erzeugnisse	32,4	32,9	-0,5	-0,2	8,7
Pharmazeutische Erzeugn.	69,0	44,4	24,6	8,6	15,0
Maschinenbauerzeugnisse	89,3	35,5	53,8	18,8	15,1
Fahrzeuge	261,0	121,3	139,6	48,7	16,8
Elektrotechnische Erzeugn.	51,2	42,4	8,8	3,1	10,3
Forschungsint. Waren	567,3	360,1	207,2	72,3	11,7
Verarb. Industriewaren	1017,3	730,5	286,8	100,0	9,6

* AH-Saldo: Außenhandelssaldo; WHA: Welthandelsanteil

Quelle: UN: COMTRADE – Berechnungen des CWS

13 Zusammenarbeit Wirtschaft-Wissenschaft

Die Zusammenarbeit von Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen im Rahmen von FuE- und Innovationsprojekten ist in der Chemieindustrie weit verbreitet und wesentlich häufiger anzutreffen als in den meisten anderen Branchen. Im Jahr 2014 wiesen 31 % aller Chemieunternehmen in Deutschland zumindest eine **Innovationskooperation** mit Hochschulen oder Forschungseinrichtungen auf. Nur die Pharmaindustrie weist einen höheren Wert auf (54 %). Im Durchschnitt der verarbeitenden Industrie kooperieren lediglich 9 % der Unternehmen mit der Wissenschaft bei Innovationen. Bezogen auf forschende Unternehmen lag der Anteil der kooperierenden Unternehmen in der Chemieindustrie bei 65 % und damit ebenfalls deutlich höher als im Industriemittel (40 %).

Der Anteil der kooperierenden Unternehmen ist in der Chemieindustrie seit 2008 (27 %) leicht angestiegen. Kooperationen mit Forschungseinrichtungen haben dabei relativ stärker zugenommen (von 11 auf 17%) als Kooperationen mit Hochschulen (von 22 auf 28 %). Besonders stark zugenommen hat der Anteil der Chemieunternehmen, die sowohl mit Hochschulen als auch mit Forschungseinrichtungen zusammenarbeiten. Wissenschaftskooperationen finden überwiegend mit Einrichtungen in Deutschland statt. Im Jahr 2014 hatten nur 9 % der Chemieunternehmen eine Innovationskooperation mit einer ausländischen Hochschule (bei steigender Tendenz) und 4 % mit ausländischen Forschungseinrichtungen.

Im **europäischen Vergleich** ist die Kooperationsaktivität der deutschen Chemieunternehmen mit der Wissenschaft sehr hoch. Nur die norwegische Chemieindustrie weist einen höheren Anteil auf. Auch im europäischen Vergleich gilt, dass die Chemieindustrie in ihren Innovationsprozessen weit überdurchschnittlich auf Wissenschaftskooperationen ausgerichtet ist.

Eine weitere Möglichkeit für einen erfolgreichen Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sind **Forschungsaufträge** an Hochschulen oder außeruniversitäre Forschungseinrichtungen im In- und Ausland. Sie werden in der Statistik als Teil der externen FuE-Aufwendungen erfasst. Hier sind die Unternehmen, anders als bei FuE- oder Innovationskooperationen, zwar nicht direkt an der Generierung des Wissens beteiligt. Sie bestimmen im Zuge des Auftrags aber die Forschungsrichtung im Sinne ihres Bedarfs. Im Erfolgsfall sollte das generierte Wissen in die Innovationsaktivitäten der Unternehmen einfließen. Gene-

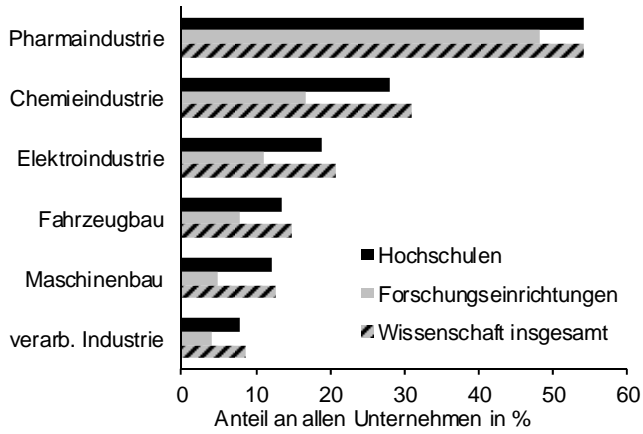
rell sind externe FuE-Aufwendungen in der Regel projektgebunden und zeigen daher einen sehr viel unsteigeren Verlauf als die internen FuE-Aufwendungen. Dies wird anhand der längerfristigen Betrachtung der externen FuE-Aufträge der Chemieindustrie besonders deutlich. Zudem werden FuE-Aufträge ebenso wie FuE-Kooperationen mit Hochschulen im Inland und Ausland auch als Möglichkeit zur Rekrutierung hochqualifizierter Personals genutzt.

Im **Branchenvergleich** nutzt insbesondere die deutsche Pharmaindustrie in sehr großem Umfang die Vergabe von FuE-Aufträgen an die Wissenschaft, darunter vor allem ausländische Hochschulen, zur Ergänzung ihrer eigenen FuE-Aktivitäten. Aber auch die Chemieindustrie arbeitet in vergleichsweise hohem Maße und größerem Umfang mit Hochschulen im Ausland zusammen als mit inländischen Hochschulen oder außeruniversitären Forschungseinrichtungen. Hingegen suchen Maschinen- und Fahrzeugbau sowie Elektroindustrie eher die Zusammenarbeit mit inländischen Wissenschaftseinrichtungen. Der größte Teil der externen FuE-Aufträge an Wissenschaftseinrichtungen ging sowohl in der Chemie- wie in der Pharmaindustrie im Jahr 2015 an ausländische Universitäten. Im Bereich der Chemie dürfte hierfür die Agrochemie eine gewichtige Rolle spielen.

Die Chemieinstitute an Hochschulen sowie die im Bereich Chemie tätigen außeruniversitären Forschungseinrichtungen haben ihre **Wirtschaftsdrittmittelaktivitäten** im Zeitraum 2010 bis 2015 merklich ausgeweitet. An Hochschulen stieg die Anzahl der aus privaten Mitteln finanzierten Wissenschaftlerstellen im Fachbereich Chemie um 26 %. In der außeruniversitären Forschung nahmen die Drittmiteleinahmen aus wirtschaftlicher Tätigkeit im Bereich Chemie um 25 % zu. Beide Steigerungsraten liegen über dem Zuwachs der Hochschulen (22 %) bzw. der außeruniversitären Forschungseinrichtungen insgesamt (20 %). Der Anteil der aus privaten Quellen finanzierten Wissenschaftler in der Chemie an deutschen Hochschulen liegt mit 6,3 % (2015) deutlich über dem Durchschnittswert aller Fachgebiete (4,9 %). Auch in der außeruniversitären Forschung weist die Chemie eine höhere Quote auf. Sowohl an Hochschulen wie in der außeruniversitären Forschung stieg die Wirtschaftsdrittmittelquote im Bereich Chemie von 2010 bis 2015 deutlich an – entgegen dem Trend in der Wissenschaft insgesamt.

Innovationskooperationen zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen: Angaben zu Innovationskooperationen stammen aus der Innovationserhebung des ZEW sowie für europäische Vergleichsländer aus den Community Innovation Surveys (CIS) der Europäischen Kommission. Eine Innovationskooperation mit der Wissenschaft ist die aktive Teilnahme eines Unternehmens an gemeinsamen Forschungs- oder Innovationsaktivitäten mit Hochschulen oder Forschungseinrichtungen. Eine reine Auftragsvergabe, bei der keine aktive Zusammenarbeit stattfindet, stellt keine Kooperation dar. Innovationskooperationen beziehen sich jeweils auf einen Dreijahreszeitraum (Referenzjahr und die beiden Vorjahre). Bei Angaben aus der nationalen Statistik umfassen die außeruniversitären Forschungseinrichtungen die öffentlichen oder überwiegend öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen (u.a. Helmholtz-Zentren, Fraunhofer-Institute, Max-Planck-Institute, Institute der Leibniz-Gemeinschaft, aber auch sogenannte An-Institute). Bei Angaben aus der europäischen Statistik sind private Forschungseinrichtungen miteingeschlossen. Die europäischen Angaben beziehen sich auf Unternehmen ab 10 Beschäftigten, die nationalen Angaben auf Unternehmen ab 5 Beschäftigten. Unter **externen FuE-Aufwendungen** der Unternehmen werden die Ausgaben für FuE-Aufträge verstanden, die ein Unternehmen nicht im eigenen Haus durchführt. Dies schließt auch Zahlungen an Dritte im Rahmen von FuE-Kooperationen mit ein. Empfänger können Hochschulen, staatliche oder private Forschungsinstitute wie auch fremde oder verbundene Unternehmen im In- und Ausland sein. Angaben hierzu stammen aus der zweijährlichen Vollerhebung der Wissenschaftsstatistik im Stifterverband für die deutsche Wissenschaft. Angaben zu **Drittmiteleinahmen aus der Wirtschaft** der Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen liegen nicht vor. Für Hochschulen wird als ein Indikator für Umfang und Entwicklung der Wirtschaftsdrittmittel der Anteil des wissenschaftlichen und künstlerischen Personals herangezogen, der aus privaten Mitteln finanziert ist. Zu den privaten Mitteln zählen zusätzlich zu den Drittmiteleinahmen aus der Wirtschaft auch Einnahmen aus Stiftungen (ohne DFG) und anderen privaten Einrichtungen. Für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen werden als Indikator die Einnahmen aus wirtschaftlicher Tätigkeit und Vermögen verwendet. Zu diesen Einnahmen zählen zusätzlich zu den Drittmiteleinahmen aus der Wirtschaft insbesondere auch Einnahmen aus der Auftragsforschung für öffentliche Stellen.

Innovationskooperationen von Unternehmen mit der Wissenschaft 2014 nach Branchen



Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

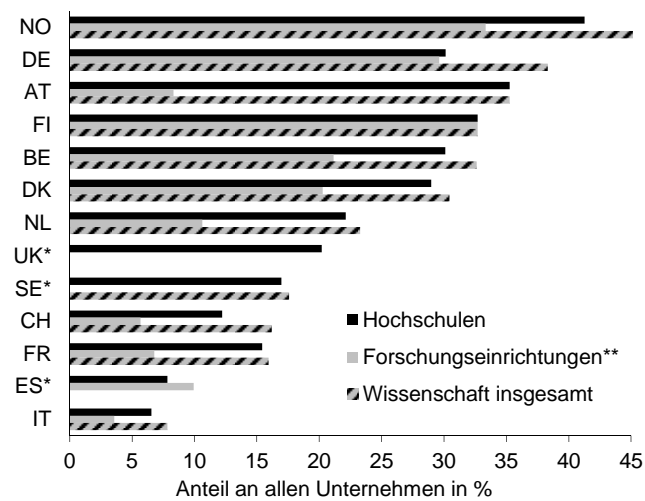
Chemieunternehmen in Deutschland mit Innovationskooperationen mit der Wissenschaft 2008-2014

	2008	2010	2012	2014
Anteil an allen Unternehmen in %				
Hochschulen	22	21	23	28
- dar.: regional in Deutschland	22	19	12	14
- dar.: überregional in Deutschland			14	16
- dar.: Ausland	5	7	7	9
außeruniv. Einrichtungen	11	18	15	17
- dar.: regional in Deutschland	10	16	5	5
- dar.: überregional in Deutschland			10	12
- dar.: Ausland	4	5	6	4
Wissenschaft insgesamt	27	25	28	31
Kooperationen insgesamt	38	32	34	47

2008 und 2010 keine Trennung nach regional/überregional

Quelle: ZEW: Mannheimer Innovationspanel

Innovationskooperationen von Chemieunternehmen mit der Wissenschaft 2014 im europäischen Vergleich

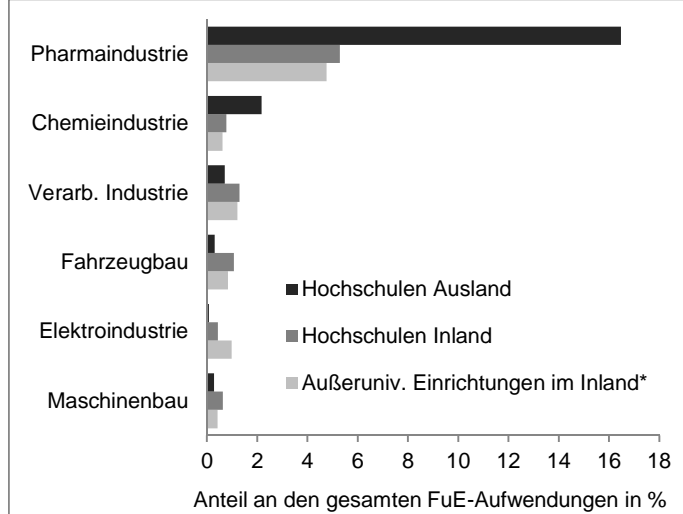


* UK, SE: keine Angaben zu Forschungseinrichtungen; ES: keine Angaben zu Wissenschaft insgesamt

** inkl. private Einrichtungen. Unternehmen ab 10 Beschäftigte.

Quelle: Eurostat: CIS 2014 - Berechnungen des ZEW

Externe FuE-Aufträge an die Wissenschaft nach ausgewählten Technologiebranchen 2015



* staatliche Forschungseinrichtungen sowie private Organisationen ohne Erwerbzzweck im Inland

Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband - Berechnungen des CWS

Externe FuE-Aufträge der Wirtschaft nach Auftragnehmern 2005-2015

(Anteil an den gesamten FuE-Aufwendungen in %)

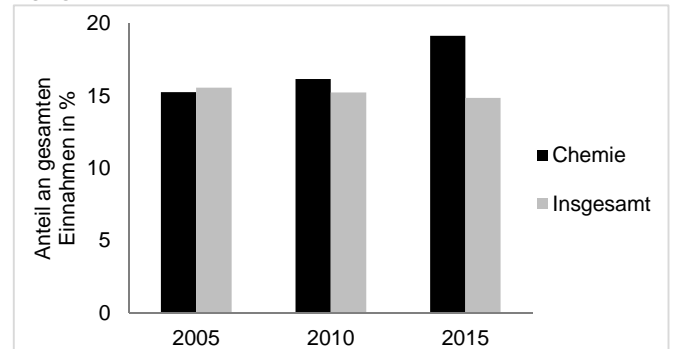
Aufträge an	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Wirtschaft Inland	4,6	4,9	4,4	4,1	2,7	2,1
Wissenschaft Inland	0,9	1,0	1,1	0,8	3,2	1,4
Hochschulen	0,5	0,5	0,6	0,5	1,3	0,8
AUF*	0,5	0,5	0,5	0,3	1,9	0,6
Ausland	4,7	5,4	5,6	7,1	8,7	5,9
dar. Hochschulen	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	1,1	2,2
Externe FuE insgesamt	10,2	11,4	11,0	12,0	14,5	9,5

* staatliche Forschungseinrichtungen sowie private Organisationen ohne Erwerbzzweck

k.A.: keine Angabe

Quelle: Wissenschaftsstatistik Stifterverband, Berechnungen des CWS

Drittmittelnahmen außeruniversitärer Forschungseinrichtungen aus wirtschaftlicher Tätigkeit* 2005-2015



* Auftragsforschung für Unternehmen und öffentliche Stellen, sonstige Einnahmen aus wirtschaftlicher Tätigkeit und Vermögen

Quelle: Statistisches Bundesamt - Berechnungen des ZEW

Aus privaten Drittmitteln* finanzierte Wissenschaftler an Hochschulen 2010 und 2015

	2010	2015
Chemie	5,7	6,3
Naturwissenschaften insgesamt	5,0	4,6
Medizin/Gesundheitswissenschaften	5,2	6,1
Ingenieurwissenschaften	7,7	7,2
Alle Fächer	4,8	4,9

* Unternehmen, Stiftungen, sonstige private Mittel

Quelle: Statistisches Bundesamt - Berechnungen des ZEW