



## 1. Bericht (2018)

# Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) mit Schwerpunkt China



# Inhalt

<b>Einleitung</b>	<b>10</b>
<b>Kohäsion: die Zusammenarbeit bei Wissenschaft und Technologie</b>	<b>12</b>
Ko-Publikationen und Ko-Patente .....	12
Strukturen der wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit .....	13
Kooperation bei Hochschulen und in der Forschung .....	17
Regionale Kooperation im APRA-Raum .....	17
Kooperation der Benchmark-Länder mit APRA-Ländern .....	20
Kohäsion der APRA-Länder .....	22
Schlussfolgerungen .....	28
<b>Schwerpunktthemen</b>	<b>29</b>
Quantenforschung .....	29
Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der APRA-Länder .....	30
Die technologische Leistungsfähigkeit der APRA-Länder: Patente .....	34
Forschungs- und innovationspolitische Schwerpunkte in ausgewählten APRA-Ländern .....	36
Zusammenfassung .....	37
Medizintechnik .....	38
Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der APRA-Länder .....	38
Die technologische Leistungsfähigkeit der APRA-Länder: Patente .....	42
Forschungs- und innovationspolitische Schwerpunkte in den APRA-Ländern .....	44
Zusammenfassung .....	45
Talentmobilität .....	46
Talentmobilität zwischen ausgewählten APRA-Ländern und Deutschland .....	46
Mobilität innerhalb des APRA-Raums .....	49
Bilateral Mobilität zwischen den Benchmarks-Ländern und den APRA-Ländern .....	50
Zusammenfassung .....	51

<b>Fokus China</b>	<b>52</b>
Chinas Neuausrichtung des Wissenschafts-, Technologie- und Innovationssystems .....	52
Chinas Wissenschafts-, Technologie und Innovationspolitik im Wandel .....	52
Chinas Forschungslandschaft .....	59
Forschungs- und Innovationsplattformen .....	65
Internationalisierung der chinesischen Forschung .....	73
Deutsch-Chinesische Forschungskooperation .....	79
Zusammenfassung .....	84
Die Leistungsfähigkeit des chinesischen Wissenschaftssystems auf Basis bibliometrischer Analysen .....	85
Die technologische Leistungsfähigkeit Chinas .....	88
Zusammenfassung .....	90
<b>Datenblätter der Länder .....</b>	<b>91</b>
Datenblätter .....	91
Australien .....	96
China .....	98
Indien .....	100
Indonesien .....	102
Japan .....	104
Malaysia .....	106
Neuseeland .....	108
Philippinen .....	110
Singapur .....	112
Südkorea .....	114
Taiwan .....	116
Thailand .....	118
Vietnam .....	120

# Abbildungen, Tabellen, Infoboxen

## Abbildungen

Abbildung 01: Anteile internationaler Ko-Publikationen an allen Publikationen, 2013-2017	14
Abbildung 02: Heatmap der bilateralen Kooperationen anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017	15
Abbildung 03: Anteile internationaler Ko-Patente an allen transnationalen Patenten, 2013-2015	16
Abbildung 04: Der APRA-Kohäsionsindex nach Einzelländern, 2017	23
Abbildung 05: Verhältnis der Ko-Publikationen / Ko-Patente mit APRA-Ländern zu den Ko-Publikationen / Ko-Patenten mit nicht-APRA Ländern, 2015 bzw. 2017	24
Abbildung 06: SNA der Ko-Publikationen - APRA Länder im internationalen Vergleich, 2017	26
Abbildung 07: SNA der Ko-Publikationen - Vergleich zwischen den APRA-Ländern, 2017	27
Abbildung 08: Anteile der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Bereich Quantenforschung an den weltweiten Veröffentlichungen und die Anzahl an Publikationen pro einer Million Einwohner, 2017	30
Abbildung 09: Durchschnittliche Zitatraten, 2013-2015 und Anteile internationaler Ko-Publikationen 2017 (unten) in der Quantenforschung	31
Abbildung 10: Anteil der transnationalen Patentanmeldungen und pro zehn Millionen Einwohner, 2013-2015	34
Abbildung 11: Anzahl internationaler Ko-Patente auf der transnationalen Ebene, 2013-2015	35
Abbildung 12: Anteile der wissenschaftlichen Veröffentlichungen in der Medizintechnik an den weltweiten Veröffentlichungen und Anzahl an Publikationen pro einer Million Einwohner, 2017	39
Abbildung 13: Durchschnittliche Zitatraten, 2013-2015 und Anteile internationaler Ko-Publikationen 2017 in der Medizintechnik	39
Abbildung 14: Anteil der transnationalen Patentanmeldungen und pro eine Million Einwohner, 2013-2015	42
Abbildung 15: Anteile internationaler Ko-Patente an allen transnationalen Patentanmeldungen eines Landes, 2013-2015	43
Abbildung 16: Wissenschaftlermobilität in der APRA-Region, 2006-2016	50
Abbildung 17: Die Governance-Struktur des chinesischen Wissenschafts- und Technologiesystems, Ende 2018	53
Abbildung 18: Chinas Forschungslandschaft: Administrative Zuordnung der Forschungseinrichtungen	59
Abbildung 19: Aufbau des Doppel-Exzellenz-Programms in China	63
Abbildung 20: Anzahl und Anteil an den weltweiten Publikationen Chinas, 2005-2017	85
Abbildung 21: Anzahl der Publikationen pro einer Million Einwohner, 2017	85
Abbildung 22: Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen Chinas, 2015-2017	87
Abbildung 23: Chinas Anzahl und Anteil an den weltweiten Patenten, 2005-2017	88
Abbildung 24: Anzahl der Patente pro 100.000 Einwohner, 2017	89

## Tabellen

Tabelle 01: Wichtigste Kooperationspartner der APRA- und Benchmark-Länder	18
Tabelle 02: Anteil an Kooperationen mit APRA-, Benchmark- bzw. anderen Ländern, nach Land	20
Tabelle 03: Durchschnittliche Popularität der Benchmark-Länder	21
Tabelle 04: Heatmap der bilateralen Kooperationen in der Quantenforschung anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017	33
Tabelle 05: Top 5 publizierende und zitierte Forschungseinrichtungen im APRA in der Quantenforschung	33
Tabelle 06: Top 5 akademische Patentanmelder transnationale und am chinesischen Patentamt in der APRA in der Quantenforschung, 2013-2015	38
Tabelle 07: Heatmap der bilateralen Kooperationen in der Quantenforschung anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017	41
Tabelle 08: Top 5 publizierende und zitierte Forschungseinrichtungen im APRA in der Medizintechnik	41
Tabelle 09: Top 5 akademische Patentanmelder transnationale und am chinesischen Patentamt im APRA in der Medizintechnik, 2013-2015	44
Tabelle 10: Herkunftsländer von Bildungsausländern in Deutschland, Auswahl, 2017	47
Tabelle 11: Zielländer deutscher Studierender, Auswahl, 2016	47
Tabelle 12: Popularität Deutschlands und der Benchmark-Länder, Rang bei der Outbound-Mobilität, 2017	51
Tabelle 13: Neue Kategorisierung der Forschungsförderungsprogramme in China	55
Tabelle 14: Chinas FuE-Ausgaben, 2012-2017	58
Tabelle 15: Aktuelle und zukünftige Megaprojekte	67
Tabelle 16: Beispieltabelle für die Datenblätter, inkl. Indikatorbeschreibungen	91

## Infoboxen

Infobox 01: Bewertung	15
Infobox 02: Kooperationen mit Hochschulen	17
Infobox 03: Methode: Berechnung des Kohäsionsindex	22
Infobox 04: Der chinesische Markt und weitere nationale Märkte	35
Infobox 05: Der chinesische Markt und weitere nationale Märkte	43
Infobox 06: Restrukturierung der CAS-Institute	61
Infobox 07: Der südchinesische Universitätsstandort Shenzhen	64
Infobox 08: Megaprojekte: Erfolge bis 2015	66
Infobox 09: Fokus der Schwerpunktlabore	69
Infobox 10: Chinas nationale Wissenschaftszentren	72
Infobox 11: Chinas Beteiligung an Internationalen Megaprojekten	74
Infobox 12: Forschungsthemen in der Kooperation Chinas mit der EU und den USA	76
Infobox 13: Datenzugänge	79
Infobox 14: Die Aktivitäten der Leibniz-Gemeinschaft als Beispiel für Deutsch-Chinesische Forschungskooperation	80
Infobox 15: Nationale Veröffentlichungen in der Wanfang-Datenbank	86

# Abkürzungen

<b>AMED</b>	Japan Agency for Medical Research and Development
<b>APRA</b>	Asian-Pacific Research Area
<b>ARWU</b>	Academic Ranking of World Universities
<b>ASEAN</b>	Association of South East Asian Nations
<b>AU</b>	Australien
<b>BEPC</b>	Beijing Electron Positron Collider
<b>BIP</b>	Bruttoinlandsprodukt
<b>BMBF</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>BMW</b>	Bayerische Motoren Werke
<b>BMWi</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
<b>BRI</b>	Belt and Road Initiative
<b>CAAS</b>	Chinese Academy of Agricultural Sciences
<b>CAEA</b>	China Atomic Energy Authority
<b>CAS</b>	Chinese Academy of Sciences
<b>CASS</b>	Chinese Academy of Social Sciences
<b>CCS</b>	Carbon Capture and Storage
<b>CENC</b>	
<b>CEPC</b>	Circular Electron Positron Collider
<b>CFETR</b>	Chinese Fusion Engineering Testing Reactor
<b>CN</b>	China
<b>CNBS</b>	China National Bureau of Statistics
<b>CNIPA</b>	National Intellectual Property Administration
<b>CNRS</b>	Centre National de la Recherche Scientifique
<b>COMTRADE</b>	United Nations International Trade Statistics Database
<b>CSL</b>	Chinese Cybersecurity Law
<b>CSTI</b>	Council for Science Technology and Innovation
<b>DAAD</b>	Deutscher Akademischer Austauschdienst e.V.
<b>DE</b>	Deutschland
<b>DFG</b>	Deutsche Forschungsgemeinschaft
<b>DLR</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
<b>EAST</b>	Experimental Advanced Superconducting Tokamak
<b>EPA</b>	Europäisches Patentamt
<b>EU</b>	Europäische Union
<b>FAST</b>	Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope
<b>FR</b>	Frankreich
<b>FuE</b>	Forschung und Entwicklung
<b>GB</b>	Vereinigtes Königreich
<b>GEO</b>	Group on Earth Observations
<b>GIAN</b>	Global Initiative Academic Network

<b>GNSS</b>	Globales Navigationssatellitensystem
<b>GTAI</b>	Germany Trade and Invest
<b>ID</b>	Indonesien
<b>IN</b>	Indien
<b>IPC</b>	Internationale Patentklassifikation
<b>JASSO</b>	Japan Student Services Organization
<b>JP</b>	Japan
<b>KI</b>	Künstliche Intelligenz
<b>KPCh</b>	Kommunistische Partei Chinas
<b>KR</b>	Südkorea
<b>LAMOST</b>	Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope
<b>LHC</b>	Large Hadron Collider
<b>METI</b>	Japanisches Ministerium für Wirtschaft und Industrie
<b>MEXT</b>	Japanisches Ministerium für Bildung, Kultur, Sport, Wissenschaft und Technologie
<b>MHLW</b>	Japanisches Ministerium für Gesundheit, Arbeit und Soziales
<b>MIIT</b>	Chinesisches Ministerium für Industrie und Informationstechnologie
<b>MoE</b>	Chinesisches Bildungsministerium
<b>MoF</b>	Chinesisches Finanzministerium
<b>MoFCOM</b>	Chinesisches Handelsministerium
<b>MoST</b>	Chinesisches Ministerium für Wissenschaft und Technologie
<b>MY</b>	Malaysia
<b>NDRC</b>	Staatliche Kommission für Entwicklung und Reform (China)
<b>NIH</b>	National Institute of Health
<b>NIIE</b>	Nguyen Tat Thanh Institute of International Education (Vietnam)
<b>NIIED</b>	National Institute for International Education (Südkorea)
<b>NIS</b>	National Innovation System
<b>NLHIAL</b>	National Laboratory of Heavy Ion Accelerator in Lanzhou
<b>NSFC</b>	National Natural Science Foundation of China
<b>NVK</b>	Nationaler Volkskongress
<b>NZ</b>	Neuseeland
<b>NZEC</b>	Near Zero Emission Coal
<b>OECD</b>	Organisation for Economic Co-operation and Development
<b>PATSTAT</b>	Weltweite Patentstatistik-Datenbank des Europäischen Patentamts
<b>PH</b>	Philippinen
<b>R&amp;D</b>	Research and Development
<b>RMB</b>	Chinesischer Yuan
<b>S&amp;T</b>	Science and Technology
<b>SAMR</b>	Staatlichen Marktregulierungsbehörde (China)
<b>SCI</b>	Science Citation Index





# Einleitung

Der asiatisch-pazifische Raum hat sich bei Wissenschaft, Forschung und Innovation in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt. Daraus ergeben sich für Deutschland sowohl wissenschaftlich wie auch wirtschaftlich große Chancen in der Region. Teilweise gibt es bereits eine intensive und lange bestehende Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie in zahlreichen Themen und Disziplinen. In manchen Fällen sind diese Austauschbeziehungen aber auch weniger ausgeprägt oder sind der Dynamik in der Region nicht gefolgt. Gerade diese hohe Dynamik und die schnellen Veränderungen in der wissenschafts- und innovationspolitischen Landschaft erfordern ein genaues Hinsehen auf diese Schlüsselregion. Dies ist notwendig, um einerseits das Erstarken von Konkurrenten frühzeitig erkennen zu können, aber andererseits noch wichtiger, um Partner identifizieren und bewerten zu können, sodass das eigene politische Handeln adäquat darauf abgestimmt werden kann. Um den Stand und die Trends der Kooperationen Deutschlands mit der Region, der Länder innerhalb der Region untereinander und auch der asiatisch-pazifischen Länder mit den etablierten Wissenschafts- und Innovationsnationen USA, Vereinigtes Königreich und Frankreich bewerten zu können, ist eine Daten- und Informationssammlung und eine Dauerbeobachtung der Entwicklungen notwendig.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) beobachtet die dynamische Entwicklung der Wissenschaft, Forschung und Innovation im Asiatisch-Pazifischen Forschungsraum seit mehreren Jahren und hat dazu schon Analysen beauftragt.<sup>01</sup> Der hier vorgelegte Bericht aktualisiert und erweitert die Betrachtung und dient der breiteren Einordnung und Bewertung dieser Entwicklung. Aus der dynamischen Entwicklung in der asiatisch-pazifischen Region ergeben sich für Deutschland neue Rahmenbedingungen und Veränderungen, die eventuell eine Anpassung der Wissenschafts-, Forschungs- oder auch Innovationspolitik erforderlich machen. Im Sinne einer evidenz-basierten Politik sind umfassende quantitative wie auch qualitative Informationen zur Bewertung der Situation, der Entwicklung und deren Implikationen unumgänglich.

---

<sup>01</sup> Frietsch, R.; Rothengatter, O.; Neuhäusler, P.; Helmich, P.; Gruber, S. (2016): Bibliometrische Analyse des Asiatisch-Pazifischen Raums 2016, Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen eines Projekts für das Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) DLR Projektträger Amerika, Asien, Ozeanien, Karlsruhe: Fraunhofer ISI; Frietsch, R.; Rothengatter, O.; Neuhäusler, P. (2016): Patentanalyse des Asiatisch-Pazifischen Raums 2016, Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Rahmen eines Projekts für das Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) DLR Projektträger Amerika, Asien, Ozeanien, Karlsruhe: Fraunhofer ISI; Scheidt, B.; Tunger, D.; Haustein, S.; Holzke, C. (2011): Bibliometrische Analyse Asiatisch-Pazifischer Forschungsraum 2010, Jülich: Internationales Büro des BMBF.

Mit dem hier vorgelegten ersten Monitoring-Bericht der asiatisch-pazifischen Region (Englisch: Asian-Pacific Research Area, APRA) sollen auf Basis wissenschaftlich fundierter Methoden für Entscheider in Wissenschaft und Wirtschaft eben genau diese Daten und Informationen über Trends und Strukturen bereitgestellt werden. Dies ist der erste Bericht in einer jährlichen Reihe, die sowohl der Politikberatung nützlich sein soll wie auch wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse hervorbringen will. Der asiatisch-pazifische Forschungsraum wird dabei durch folgende Länder definiert: Australien, China (einschließlich Taiwan), Indien, Indonesien, Japan, Malaysia, Neuseeland, Philippinen, Singapur, Südkorea, Thailand und Vietnam. Zusätzlich werden zu Vergleichszwecken neben Deutschland auch die Länder Frankreich, Vereinigtes Königreich und USA untersucht.

Mit seiner rapiden Entwicklung spielt China als neuer, großer Akteur eine besondere Rolle, da das Land das Kompetenzgefüge nicht nur im asiatisch-pazifischen Raum, sondern weltweit stark beeinflusst. Neben der weiteren Verschiebung der FuE-Schwerpunkte nach China muss damit gerechnet werden, dass auch das weltweite Gewicht der Outputfaktoren stärker nach China und in die asiatisch-pazifische Region wandert.<sup>02</sup> Die im November 2015 veröffentlichte China-Strategie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) betont dabei die Informationsasymmetrien, die neben zahlreichen anderen Faktoren, eine der wichtigsten Herausforderungen bzw. Risiken bei der Kooperation mit dem Reich der Mitte darstellen. Ein regelmäßiges Monitoring soll und kann dieses Informationsungleichgewicht reduzieren helfen.

Der jährliche Monitoring-Bericht der asiatisch-pazifischen Region will dabei nicht nur die bilaterale Dimension zwischen den Ländern und Deutschland bzw. zwischen den einzelnen Ländern und anderen Wettbewerbern ins Blickfeld nehmen, sondern auch die Kohäsion in der Region Asien-Pazifik und die sich daraus ergebenden Chancen und Herausforderungen nicht nur für Deutschland, sondern auch für den europäischen Forschungsraum benennen.

Der vorliegende Bericht untersucht anhand verschiedener Daten und Indikatoren, wie sich die Kooperationen innerhalb des APRA (Kohäsion) und des APRA mit ausgewählten Ländern entwickeln. Ein weiterer Abschnitt widmet sich einzelnen Themen bzw. Technologien, um die Entwicklung in der Region und in Kooperation mit der Region zu beleuchten. Im vorliegenden Bericht wird auf die Medizintechnik, die Quantenforschung und die Talentmobilität fokussiert. Der dritte Teil des Berichts widmet sich intensiv der Rolle und der Entwicklung Chinas. Der letzte Teil schließlich gibt einen Überblick über wichtige Kennzahlen in Wissenschaft, Forschung und Innovation in den APRA-Ländern.

<sup>02</sup> Frietsch, R.; Rammer, C.; Schubert, T.; Som, O.; Beise-Zee, M.; Spielkamp, A. (2015): Innovationsindikator 2015. Berlin: acatech/BDI (Hrsg.).

# Kohäsion: die Zusammenarbeit bei Wissenschaft und Technologie

## Ko-Publikationen und Ko-Patente

Kooperationen sind eine wichtige Komponente bei der Wissenserstellung in der Wissenschaft, aber auch in Forschung und Entwicklung in Unternehmen. Die steigende Komplexität des Wissens sowie der allgemeine wissenschaftliche Diskurs machen Kooperationen über Institutionengrenzen und bisweilen auch über Landesgrenzen hinweg sinnvoll und notwendig. Kooperationen in der Wissenschaft zwischen Institutionen aus unterschiedlichen Ländern lassen sich unter anderem anhand der Anzahl an gemeinsamen Publikationen und Patenten quantifizieren. In diesem Kapitel werden die internationale Anbindung und der wissenschaftlich-technologische Austausch zwischen den asiatisch-pazifischen Ländern untereinander und mit den Benchmark-Ländern auf Basis sowohl der internationalen Ko-Publikationen wie auch der internationalen Ko-Patente (Erfinderebene) untersucht. Für internationale Kooperationen förderlich sind einige Faktoren, die bei der Analyse und Bewertung berücksichtigt werden müssen. So erleichtern sowohl eine geografische wie auch eine kulturelle (insbesondere sprachliche) Nähe die Kooperation über Landesgrenzen hinweg. Thematische Überschneidungen sind selbstverständlich ebenfalls von Bedeutung, während beispielsweise die wissenschaftliche Entwicklungsstufe oder Reputation durchaus unterschiedlich sein kann. Es lassen sich unterschiedliche Motive und Strategien bei internationalen Kooperationen identifizieren.<sup>03</sup> Die Verfügbarkeit von Finanzierung internationaler Projekte bspw. über bilaterale Programme oder auch überstaatliche (EU, Stiftungen o.ä.) Förderprogramme sowie eine politische Unterstützung der internationalen Kooperationen sind für die internationale Zusammenarbeit allerdings notwendige Voraussetzungen. In der Wissenschaft können sowohl eine Kooperation auf Augenhöhe wie auch ein „Upgrading“ der eigenen wissenschaftlichen Fähigkeiten als Motive unterstellt werden. Im Bereich technologischer Kooperationen von Unternehmen können einerseits Ressourcenzugang (hierunter würde auch Wissen als Ressource fallen) wie auch Marktzugang bzw. Marktentwicklung das Ziel der Kooperation sein.<sup>04</sup> Im Folgenden werden zunächst die generellen Kooperationsaktivitäten der Länder auf Basis von Publikationen und Patenten analysiert, sowie die bilateralen Wissenschaftskooperationen ausschließlich mithilfe der Zeitschriftenpublikationen. Darüber hinaus werden die Hochschulkooperationen dargestellt. In einem weiteren Abschnitt werden dann die Kohäsion und Vernetzung mithilfe eines Kooperationsindex bzw. einer Netzwerkanalyse diskutiert.

<sup>03</sup> Siehe hierzu bspw. Fraunhofer ISI; Idea Consult; SPRU (2009): *The Impact of Collaboration on Europe's Scientific and Technological Performance*, Final Report to the European Commission, DG Research, Karlsruhe, Brussels, Brighton; Tijssen, R.; Waltman, L.; van Eck, N.J. (2011): Collaborations span 1,553 kilometres. *Nature*, 473 (7346), S. 154; Lei, X.P.; Zhao, Z.Y.; Zhang, X.; Chen, D.Z.; Huang, M.H.; Zhao, Y.H. (2012): The inventive activities and collaboration pat-tern of university-industry-government in China based on patent analysis. *Scientometrics*, 90 (1), S. 231-251; Frietsch, R.; Tagscherer, U. (2014): *German-Sino collaboration in science, technology and innovation*, Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 43, Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI.

<sup>04</sup> siehe hierzu bspw. Patel, P.; Vega, M. (1999): Patterns of internationalization of corporate technology: location vs. home country advantages. *Research Policy*, 28, S. 145-155; UNCTAD (Hrsg.) (2005): *World Investment Report 2005: Transnational Companies and the Internationalisation of R&D*. Geneva: UNCTAD; Thursby, J.; Thursby, M. (2006): Here or There? A Survey of Factors in Multinational R&D Location - A Survey of Factors in Multinational R&D Location, Report to the Government-University-Industry Research Roundtable, Washington D.C.: The National Academies Press; Belitz, H.; Edler, J.; Grenzmann, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D. In: Schmoch, U.; Rammer, C.; Legler, H. (Hrsg.): *National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies*. Dordrecht: Springer; Kafourous, M.I. (2008): The role of internationalization in explaining innovation performance, *Technovation*, 28 (63), S. 74.

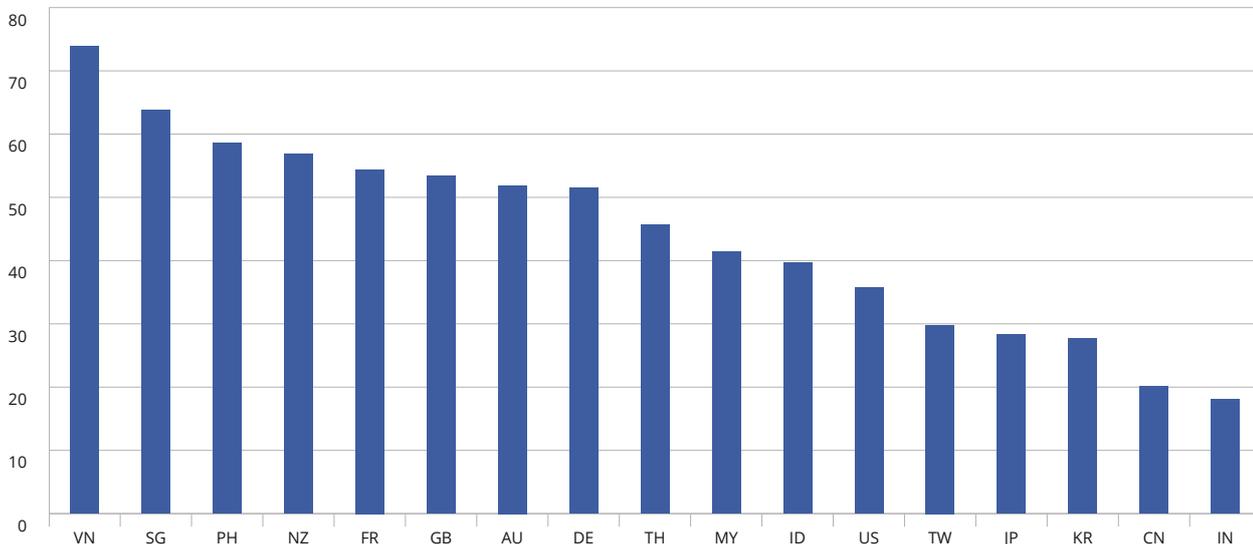
## Strukturen der wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit

Der Anteil der internationalen Ko-Publikationen an allen Publikationen in der Summe der Jahre 2013-2017 ist in Abbildung 01 dargestellt. Es zeigt sich, dass kleinere Länder höhere Anteile erreichen. Außerdem zeigt sich auch, dass wissenschaftlich weniger entwickelte bzw. weniger publikationsstarke Länder größere Anteile erreichen. Einerseits liegt dies zunächst an der Größe der Länder als solche. In einem größeren Land findet sich eher ein passender Partner mit ähnlichem oder komplementärem Wissen als in einem kleinen Land. Entsprechend kooperieren kleinere Länder häufiger international, weil sie national keine passenden Partner finden. Für weniger entwickelte bzw. weniger publikationsstarke Länder trifft dieses Argument häufig ebenfalls zu, jedoch kommt noch ein weiterer Punkt hinzu. Durch Kooperationen werden die eigenen wissenschaftlichen Kompetenzen erweitert bzw. aufgewertet. Weil es bei einigen Ländern, wie beispielsweise Vietnam, Philippinen oder Thailand kaum international anschlussfähige bzw. renommierte Einrichtungen gibt, erreicht die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit häufig nicht internationales Niveau, sodass es für diese Länder auch kaum möglich ist, in international sichtbaren Zeitschriften zu publizieren. Durch die Zusammenarbeit tritt aber ein Lerneffekt ein, ebenso wie eine Aufwertung der aktuellen Forschungsprozesse. Dies war beispielsweise auch lange in China die Strategie zur Erhöhung der internationalen Sichtbarkeit. Solche Kooperationen sind dann häufig durch deutliche Unterschiede in der wissenschaftlichen Reputation und den wissenschaftlichen „Fähigkeiten“ der beteiligten Institutionen charakterisiert.

Die höchsten Anteile internationaler Ko-Publikationen erreicht Vietnam, bei allerdings lediglich 18.000 Veröffentlichungen bzw. 13.000 Ko-Publikationen in fünf Jahren, was nach den Philippinen die zweitniedrigste Zahl unter den untersuchten Ländern darstellt. Singapur steht an zweiter Stelle und ist, gegeben die Qualität und die Menge des wissenschaftlichen Outputs, als überdurchschnittlich auf internationale Kooperationen ausgerichtet zu bezeichnen. Es folgt ein breites Mittelfeld von Ländern mit ähnlichen Anteilen, zu denen neben den Benchmark-Ländern Deutschland, Vereinigtes Königreich und Frankreich auch die APRA-Länder Neuseeland, Australien sowie die Philippinen und Thailand gehören. Dies sind mehrheitlich etablierte Wissenschaftsnationen, die ein ähnliches Niveau der internationalen Ko-Publikationen erreichen.

China und Indien, als die bevölkerungsreichsten Länder der Welt, stehen bei diesem Vergleich am Ende der Verteilung. Japan und Südkorea erreichen nur wenig höhere Anteile. Während man die niedrigen Werte bei China und Indien im Wesentlichen – jedoch nicht ausschließlich, sondern auch auf kulturelle Gründe oder fehlende Gelegenheiten – auf die Größe des Landes zurückführen kann, liegt bezüglich Japan und Südkorea der Schluss nahe, dass sie nur wenig auf internationale Kooperationen ausgerichtet sind. Würde man weitere Indikatoren hinzuziehen, wie beispielsweise die im Ausland durchgeführte FuE oder die Anteile ausländischer Studierender im Land, dann würde sich diese Schlussfolgerung verfestigen.

Abbildung 01: Anteile internationaler Ko-Publikationen an allen Publikationen, 2013-2017, Werte in Prozent



Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Neben den Ko-Publikationsanteilen insgesamt zeigen sich unterschiedliche Muster auch hinsichtlich der Partnerländer. Die bilaterale Ko-Publikationsintensität ist daher in Abbildung 02 dargestellt. Es handelt sich dabei um die Anteile der bilateralen Ko-Publikationen an allen Ko-Publikationen eines Landes, d.h. die unterschiedliche Ausrichtung auf internationale Zusammenarbeit, wie sie in Abbildung 01 abgetragen ist, ist in dieser Darstellung ausgeklammert bzw. als Basis für alle Länder gegeben. Die Ergebnisse zeigen, dass die USA als wissenschaftlicher Partner für eine Vielzahl an Ländern eine hervorgehobene Rolle spielen. Südkorea verfasst knapp die Hälfte seiner internationalen Ko-Publikationen gemeinsam mit Autorinnen oder Autoren aus den USA. Auch im Fall von Taiwan und China liegen die Anteile deutlich oberhalb der 40 Prozent-Marke. Nahezu alle übrigen Länder ko-publizieren bei ca. einem Drittel ihrer internationalen Ko-Publikationen mit den USA, so auch Deutschland. Lediglich für drei Länder spielt die USA eine geringe Rolle, nämlich für Indonesien, Malaysia und Vietnam. Dies hat unter anderem historische Gründe bzw. kulturelle und politische Gründe. Auch Frankreich kooperiert seltener mit den USA als die

meisten anderen Länder. Dies hat sprachliche, oder wenn man so will, kulturelle Ursachen. Frankreich pflegt die französische Sprache auch in wissenschaftlichen Kooperationen intensiv und ko-publiziert häufiger mit entsprechenden Ländern.

Auch China ist als Partner für zahlreiche Länder mittlerweile von großer Bedeutung, was einerseits dem enormen Aufwuchs der international sichtbaren Veröffentlichungen bzw. der mittlerweile hohen absoluten Zahl an Veröffentlichungen geschuldet ist. Andererseits nimmt China faktisch in der asiatisch-pazifischen Region mittlerweile eine Position als Treiber eines regionalen Wissenschaftsraums wahr. Auf Grund der sprachlich-kulturellen Nähe hat China für Singapur als Partner eine hervorgehobene Bedeutung. 36 Prozent der singapurischen Veröffentlichungen entstehen gemeinsam mit chinesischen Autorinnen oder Autoren. Auch mit Taiwan finden sich aus denselben Gründen hohe Anteile, die durch die stärkere geografische Nähe begünstigt werden, jedoch vermutlich durch die politische Situation an einigen Stellen auch behindert werden.

China selbst hat einen deutlichen Fokus auf die USA. Daneben finden sich deutlich höhere Anteile mit den entwickelten Wissenschaftsnationen als mit den übrigen Ländern. Mit dem Vereinigten Königreich wird in zehn Prozent der internationalen Ko-Publikationen zusammengearbeitet und mit Deutschland und Japan jeweils in sieben Prozent der Fälle. Singapur, Frankreich und Südkorea erreichen ebenfalls deutlich höhere Anteile als die übrigen hier dargestellten Länder.

Intensiven Austausch gibt es zwischen Neuseeland und Australien sowie auch zwischen den Commonwealth-Ländern Australien, Neuseeland und dem Vereinigtes Königreich. Japan, das insgesamt nur wenig international ko-publiziert, ist für die südost-asiatischen Länder Indonesien, Philippinen, Thailand, Vietnam und auch für Taiwan von besonderer Bedeutung. Umgekehrt sind die USA und China, sowie Deutschland und das Vereinigte Königreich als wissenschaftliche Partner von herausgehobener Bedeutung.

**Infobox 01: Bewertung**

Insgesamt ist die Kooperationsintensität Deutschlands mit den asiatisch-pazifischen Ländern als niedrig einzustufen. Ausnahmen bilden lediglich China – hier hat die Dynamik in den letzten Jahren jedoch mit der gesamten chinesischen Entwicklung nicht Schritt halten können – und Australien. Ansonsten kooperiert Deutschland wissenschaftlich in erster Linie mit den westlichen Industrieländern USA, Frankreich und Vereinigtes Königreich. Umgekehrt ist Deutschland für die meisten asiatisch-pazifischen Länder ein nennenswerter Partner, erreicht aber meist nicht die Bedeutung wie die – deutlich größeren Länder – USA und China, aber auch nicht wie das Vereinigte Königreich und in einzelnen Fällen Japan. Interessant ist, dass die Anteile Deutschlands in der Kooperation mit Japan und Südkorea auf einem ähnlichen Niveau liegen wie beim Vereinigten Königreich. Gerade mit diesen beiden technologie-orientierten Ländern im APRA pflegt Deutschland also intensive Beziehungen. Die verschiedenen Kooperationsprogramme mit diesen Ländern scheinen erfolgreich zu sein.

Abbildung 02: Heatmap der bilateralen Kooperationen anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017

		... für diese Länder																		
		AU	CN	DE	FR	GB	ID	IN	JP	KR	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	US	VN		
Diese Länder sind Partner...	AU		9%	6%	6%	11%	17%	7%	7%	5%	12%	30%	16%	12%	11%	7%	6%	12%	AU	
	CN	19%		8%	7%	11%	6%	8%	20%	16%	8%	11%	16%	36%	15%	31%	21%	11%	CN	
	DE	11%	7%		18%	16%	9%	10%	12%	8%	5%	11%	10%	6%	8%	9%	11%	10%	DE	
	FR	7%	4%	13%		11%	6%	7%	9%	5%	4%	8%	7%	5%	9%	7%	8%	12%	FR	
	GB	22%	10%	19%	18%		10%	12%	12%	8%	14%	24%	12%	14%	16%	10%	14%	9%	GB	
	ID	1%	0%	0%	0%	3%		1%	2%	1%	6%	1%	7%	1%	3%	1%	0%	2%	ID	
	IN	3%	2%	3%	3%	0%	4%		4%	9%	10%	4%	9%	5%	7%	8%	3%	4%	IN	
	JP	5%	7%	5%	5%	4%	23%	6%		12%	8%	4%	19%	6%	18%	13%	5%	15%	JP	
	KR	2%	4%	2%	2%	2%	6%	9%	8%		4%	3%	11%	5%	7%	7%	5%	15%	KR	
	MY	3%	1%	1%	1%	1%	20%	4%	3%	2%		3%	9%	3%	7%	4%	1%	3%	MY	
	NZ	5%	1%	1%	1%	2%	2%	1%	1%	1%	3%		3%	2%	4%	2%	1%	1%	NZ	
	PH	0%	0%	0%	0%	0%	3%	1%	1%	1%	1%	0%		1%	2%	2%	0%	2%	PH	
	SG	3%	4%	1%	1%	2%	4%	2%	2%	2%	4%	3%	7%		4%	3%	2%	3%	SG	
	TH	1%	1%	1%	1%	1%	6%	2%	3%	2%	4%	3%	9%	2%		3%	1%	6%	TH	
	TW	2%	3%	1%	1%	1%	5%	4%	4%	3%	4%	2%	13%	3%	6%		2%	6%	TW	
	US	30%	46%	30%	27%	31%	15%	32%	34%	49%	12%	32%	33%	30%	33%	43%		18%	US	
VN	1%	0%	0%	1%	0%	3%	1%	1%	2%	1%	1%	6%	1%	3%	2%	0%		VN		
		... für diese Länder																		
		AU	CN	DE	FR	GB	ID	IN	JP	KR	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	US	VN		

Die Farbskalierung variiert zwischen dunkelblau (= niedrige Anteile) über hellblau (= mittlerer Bereich) bis grau (= hohe Anteile). Lesehilfe: Beispiel: Die USA ist für alle Länder ein sehr wichtiger Partner (siehe Zeile „US“), besonders jedoch für Südkorea, China und Taiwan. Umgekehrt sind für die USA (siehe Spalte „US“) als wissenschaftliche Partner besonders China, Vereinigtes Königreich und Deutschland relevant.

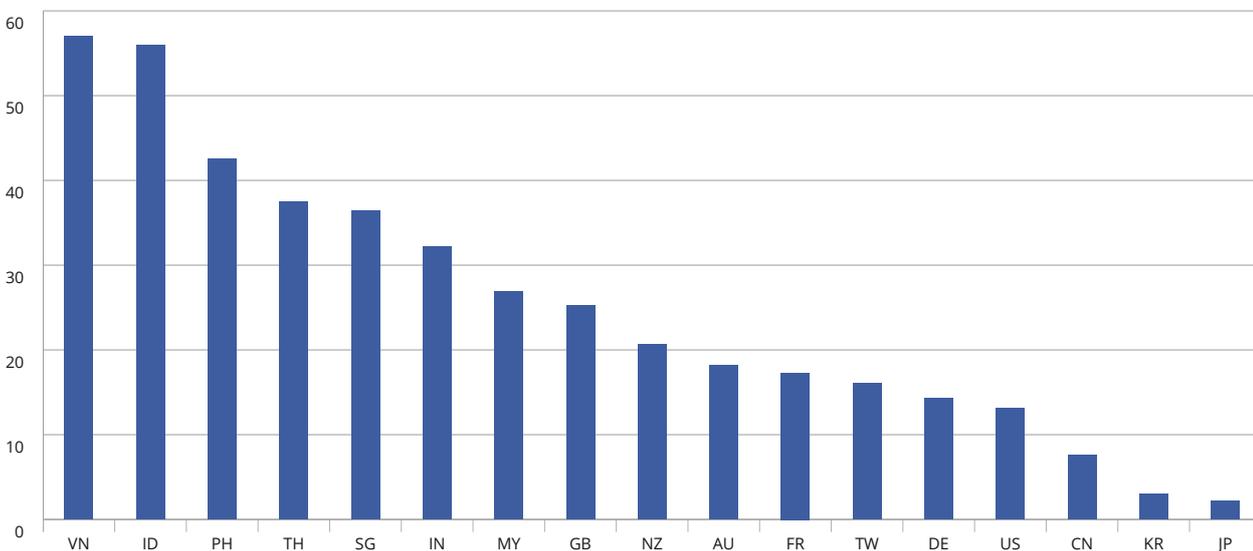
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Bei internationalen Ko-Patenten, die in den meisten Fällen durch standortübergreifende Kooperationen innerhalb von multinationalen Unternehmen zustande kommen und unter anderem als ein Indikator für die technologische oder wirtschaftliche Attraktivität des ausländischen Partnerlandes interpretiert werden können, stehen ebenfalls Japan und Südkorea – wie schon in Bezug auf internationale Ko-Publikationen – am Ende der Verteilung der hier betrachteten asiatisch-pazifischen und Benchmark-Länder (siehe Abbildung 03). Es zeigt sich darüber hinaus aber auch, dass die entwickelten Industrie- bzw. Innovationsnationen wie die USA, Deutschland oder auch Frankreich bei Patenten deutlich weniger international kooperieren als im Fall von wissenschaftlichen Publikationen. Dies hat einerseits mit der Anwendungsnähe der Patente zu tun, wo Kooperationen auch zu Konkurrenzsituationen führen können. Andererseits sind Patente die Vorstufe von (technologischen) Produkten, welche individuell entwickelt und vermarktet werden. In die Forschung und Entwick-

lung des Patents bzw. der Technologie kann dennoch international verfügbares bzw. vorfindbares Wissen einfließen. Dies wird jedoch im Allgemeinen lediglich absorbiert, d.h. die Unternehmen finden und nutzen das Wissen. Der Prozess auf dieser Ebene bleibt aber im Wesentlichen eine Einbahnstraße, denn Wissen wird von den Unternehmen in diesen Prozessen dann nicht preisgegeben bzw. Kooperationen nicht dokumentiert.

Die technologisch weniger entwickelten Länder wie Vietnam, Indonesien, Philippinen oder Thailand erreichen hohe Anteile bei internationalen Ko-Patenten, wobei die dahinterstehenden absoluten Zahlen eher gering sind. Singapur bildet hier erneut eine Ausnahme, denn das stark entwickelte Land kooperiert in 36,4 Prozent seiner Patentanmeldungen international. Dies ist ein Zeichen für seine intensive Außenorientierung, aber auch für seine Rolle als regionaler Standort für multinationale Unternehmen.

Abbildung 03: Anteile internationaler Ko-Patente an allen transnationalen Patente, 2013-2015, Werte in Prozent



Quelle: EPA – PATSTAT; DATENABZUG VOM 1. APRIL 2018; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI

## Kooperation bei Hochschulen und in der Forschung

### Regionale Kooperation im APRA-Raum

Die Anzahl der Hochschulkooperationen im APRA-Raum, und dadurch die Vernetzung der APRA-Länder, nimmt stark zu.<sup>05</sup> Diese Tendenz wird durch nationale Förderprojekte im Hochschulwesen unterstützt, die auch die Internationalisierung der Hochschulen vorantreiben sollen (z. B. *985-Projekt und Doppelexzellenzinitiative* in China, *Top Global Universities Projekt* und *Exzellenzinitiative* in Japan, *Korea Brain 21* in Korea).<sup>06</sup> Der APRA-Raum ist allerdings nicht homogen, vielmehr lassen sich unterschiedliche regionale und nationale Schwerpunkte feststellen.

Die für die Auswertung der Hochschulkooperationen verwendeten Daten wurden im Rahmen des APRA-Projekts vom DAAD erhoben und basieren auf Angaben einer Auswahl von Hochschulen in den APRA- und Benchmark-Ländern zur Anzahl ihrer ausländischen Kooperationspartner. Es wurden pro Land / Region 15 Hochschulen ausgewählt (Vollerhebung in Hongkong, Macau und Neuseeland), die Daten zu den Hochschulpartnerschaften wurden durch öffentlich zugängliche Informationen der Hochschulen zu ihren Partnerschaften gesammelt und durch eine Umfrage unter den Hochschulen plausibilisiert. Der Fokus der Auswahl lag auf forschungsstarken Hochschulen, gemessen am aktuellen QS World Universities Ranking und wenn notwendig ergänzt durch nationale Hochschulrankings. Die ermittelten durchschnittlichen Anteile der Zielländer / -regionen (APRA-Länder / Benchmark-Länder / andere Länder, s. Kapitel „Datenblätter der Länder“) werden vom DAAD als geeigneter Indikator für die generelle Ausrichtung der Länder angesehen. Der Vergleich der durchschnittlichen Anzahl der Hochschulkooperationen der Länder kann weiterhin als Indikator für den Stellenwert angesehen werden, den die führenden

### Infobox 02: Kooperationen mit Hochschulen

Hochschulen dem Thema internationale Kooperationen beimessen. Folgende Einschränkungen müssen aber hinsichtlich der Belastbarkeit der Zahlen gemacht werden: (a) Die ermittelte durchschnittliche Anzahl der Hochschulkooperation ist nicht repräsentativ für alle Hochschulen des Landes. Gewöhnlich sind die führenden Hochschulen Vorreiter bei der Erschließung internationaler Beziehungen, daher ist die Anzahl der Kooperationen hier vergleichsweise höher. (b) Aufgrund der kleinen Stichprobe sind besonders bei Ländern mit einer großen Anzahl von Hochschulen Abweichungen bei der Verteilung der Partnerländer möglich. In den meisten Ländern sind die führenden Hochschulen aber als Vorreiter der Internationalisierung auch Hauptempfänger von unterstützenden Finanzierungsprojekten, und von ihnen geht oft eine Leitbildfunktion für die anderen Hochschulen aus. (c) Die Daten spiegeln nur das Ausmaß der formalen bilateralen Beziehungen und nicht notwendigerweise die Intensität der Beziehungen wider (z. B. den tatsächlichen Umfang des Austauschs von Studierenden oder Wissenschaftlern).

Hochschulen dem Thema internationale Kooperationen beimessen. Folgende Einschränkungen müssen aber hinsichtlich der Belastbarkeit der Zahlen gemacht werden: (a) Die ermittelte durchschnittliche Anzahl der Hochschulkooperation ist nicht repräsentativ für alle Hochschulen des Landes. Gewöhnlich sind die führenden Hochschulen Vorreiter bei der Erschließung internationaler Beziehungen, daher ist die Anzahl der Kooperationen hier vergleichsweise höher. (b) Aufgrund der kleinen Stichprobe sind besonders bei Ländern mit einer großen Anzahl von Hochschulen Abweichungen bei der Verteilung der Partnerländer möglich. In den meisten Ländern sind die führenden Hochschulen aber als Vorreiter der Internationalisierung auch Hauptempfänger von unterstützenden Finanzierungsprojekten, und von ihnen geht oft eine Leitbildfunktion für die anderen Hochschulen aus. (c) Die Daten spiegeln nur das Ausmaß der formalen bilateralen Beziehungen und nicht notwendigerweise die Intensität der Beziehungen wider (z. B. den tatsächlichen Umfang des Austauschs von Studierenden oder Wissenschaftlern).

<sup>05</sup> Die im Rahmen des APRA-Projekts erstmalig erhobenen Daten zu Hochschulkooperationen können nur den aktuellen Stand im Oktober 2018 wiedergeben, die Datumsangaben vieler neuer Kooperationsverträge belegen jedoch den Anstieg in den letzten Jahren.

<sup>06</sup> Siehe auch die Mobilitätsziele für internationale Studierende (Kapitel „Talentmobilität“).

Tabelle 01: Wichtigste Kooperationspartner der APRA- und Benchmark-Länder (Stand: Oktober 2018)

Gruppe	Land	TOP 1	TOP 2	TOP 3	TOP 4	TOP 5	TOP 6	TOP 7	TOP 8	TOP 9	TOP 10
APRA	Australien	USA	UK	Japan	Deutschland	China	Frankreich	Kanada	Südkorea	Hongkong	Singapur
	China	USA	Japan	Südkorea	Frankreich	Australien	Taiwan	UK	Deutschland	Kanada	Thailand
	Hongkong	USA	China	UK	Frankreich	Südkorea	Deutschland	Japan	Taiwan	Kanada	Australien
	Indien	USA	Japan	Deutschland	UK	Frankreich	Australien	Kanada	Südkorea	Taiwan	Vietnam
	Indonesien	Japan	Südkorea	Malaysia	Australien	Frankreich	Thailand	Deutschland	Taiwan	USA	UK
	Japan	China	USA	Südkorea	Deutschland	Frankreich	UK	Taiwan	Thailand	Indonesien	Australien
	Makau	China	Japan	USA	Taiwan	Frankreich	Südkorea	Hongkong / Kanada		Deutschland / UK	
	Malaysia	Indonesien	Japan	Australien	UK	Frankreich	Südkorea	Thailand	China	Deutschland	USA
	Neuseeland	USA	Japan	China	Deutschland	UK	Kanada	Frankreich	Südkorea	Australien	Singapur
	Philippinen	USA	Japan	Indonesien	Südkorea	Taiwan	Australien	Thailand	Frankreich	Singapur	Deutschland
	Singapur	UK	USA	China	Kanada	Südkorea	Deutschland	Frankreich	Japan	Hongkong	Neuseeland
	Südkorea	USA	China	Japan	Frankreich	Deutschland	UK	Kanada	Taiwan	Australien	Vietnam
	Taiwan	USA	China	Japan	Südkorea	Frankreich	Vietnam	Deutschland	Thailand	Indonesien	UK
Thailand	Japan	USA	China	Deutschland	Südkorea	Frankreich	Australien	Indonesien	Taiwan	UK	
Vietnam	Japan	Südkorea	Frankreich	Taiwan	USA	Australien	China	Thailand	UK	Kanada	
Benchmark	Deutschland	USA	Frankreich	China	Japan	Indien	UK	Südkorea	Kanada	Taiwan	Vietnam
	Frankreich	USA	Deutschland	UK	Kanada	Japan	China	Südkorea	Indien	Australien	Vietnam
	UK	Frankreich	Deutschland	USA	Australien	Kanada	China	Japan	Hongkong	Singapur	Südkorea
	Kanada	Frankreich	UK	China	Deutschland	Australien	Japan	USA	Südkorea	Hongkong	Indien

Dunkelblau: APRA-Länder / hellblau: Benchmark-Länder. Zu den USA existieren keine belastbaren Daten.  
 Lesehilfe: Die Rangfolge der Länder basiert auf der Anzahl der Hochschulen im jeweiligen Zielland, mit denen Kooperationsvereinbarungen bestehen. Zum Beispiel kooperieren die fünfzehn ausgewerteten japanischen Hochschulen am meisten mit Hochschulen in China, dann in den USA, Südkorea, Deutschland, Frankreich usw.

Quelle: DAAD-Datenerhebung Okt. 2018

Die Vernetzung der ostasiatischen Länder China, Japan und Südkorea ist hoch: Für jedes Land gehören die jeweils anderen beiden Länder zu den TOP 3-Kooperationspartnern. Gleichzeitig ist eine starke Tendenz zur Kooperation innerhalb der ASEAN-Länder zu beobachten.<sup>07</sup>

Japan unterhält sehr starke Verbindungen zu den ASEAN-Ländern (wichtigster Partner für drei Ländern, zweitwichtigster für zwei Länder), Südkorea und Australien sind weitere bedeutende Partner. Chinesische Kooperationen spielen für Singapur und Thailand eine wichtige Rolle. Hongkong ist eng an das chinesische Festland angebunden, der Anteil der Hochschulkooperationen mit den Benchmark-Ländern (beson-

ders mit den USA und dem Vereinigten Königreich) ist jedoch vergleichsweise hoch (40,8 Prozent aller Kooperationen). Auch bei Australien, Neuseeland, Indien, Singapur und Südkorea überwiegen die Partnerschaften mit Benchmark-Ländern. Kooperationen zwischen den Nachbarn China und Indien spielen keine Rolle (nur 1,2 Prozent der indischen und 0,2 Prozent der chinesischen Kooperationen); der Erfolg der chinesischen Bildungsreformen hat für Indien jedoch auch Vorbildcharakter.<sup>08</sup>

Australiens wichtigste Partner in der APRA-Region sind Japan und China (7,6 Prozent bzw. 7,2 Prozent der australischen Kooperationen). Studierende aus der Volksrepublik stellen ein Drittel aller internatio-

<sup>07</sup> Die Herausbildung eines „ASEAN-Hochschulraums“ wird u.a. durch das 1995 gegründete ASEAN University Network (<http://www.aunsec.org/>) und durch das von der EU finanzierte Programm *Support to Higher Education in the ASEAN Region* (SHARE) vorangetrieben.

<sup>08</sup> Lavakare, P. J. (2018). India and China. Two Major Higher Education Hubs in Asia. *International Higher Education*, 94, 12.

nalen Studierenden in Australien, das stark von den Einnahmen aus Bildungsdienstleistungen abhängig ist. Diese Abhängigkeit und die Besorgnis über eine chinesische Einflussnahme führen zunehmend zu Spannungen im bilateralen Verhältnis.

Als neue Tendenz im Bereich transnationale Bildung (TNB)<sup>09</sup> gehören China und Indien inzwischen in begrenztem Umfang zu den Anbietern von TNB-Programmen; von den sieben bereits eingerichteten Auslandscampussen chinesischer Hochschulen

befinden sich sechs im APRA-Raum, ein weiterer ist in Vereinigtes Königreich (Oxford) in Planung.<sup>10</sup> Das Angebot transnationaler Bildungsprogramme (u.a. Distance-Learning-Programme vergleichbar denen britischer oder amerikanischer Anbieter) bildet noch keinen Fokus der Aktivitäten der APRA-Länder.

---

<sup>09</sup> Der Begriff "Transnationale Bildung" bezieht sich auf die Mobilität von akademischen Programmen und Institutionen, im Gegensatz zu der Mobilität von Studierenden und Wissenschaftlern. Hierunter fallen zum Beispiel Zweigcampusse, die im Ausland eröffnet werden, oder Bildungsprogramme (z.B. Studiengänge, Online-Programme), die an ausländischen Hochschulen bzw. für im Ausland wohnende Studierende angeboten werden.

<sup>10</sup> Cf. „Chinese university to open in Oxford despite ideological crack-down at home.“ (The Guardian, 6. April 2017). Die sieben indischen Auslandscampusse wurden von privaten indischen Hochschulen eröffnet und konzentrieren sich auf die Vereinigten Arabischen Emirate. Zielgruppe ist nach Informationen des DAAD in erster Linie die große Gruppe indischer Expat-Familien im Land (ca. 30% indischer Anteil an der Gesamtbevölkerung).

Tabelle 02: Anteil an Kooperationen mit APRA-, Benchmark- bzw. anderen Ländern, nach Land (Stand: Oktober 2018)

Gruppe	Land	Durchschnittliche Anzahl Kooperationen	Anteil APRA	Anteil Benchmark	Anteil Andere
APRA	Australien	208	26,9 %	42,4 %	30,7 %
	China	145	45,9 %	36,0 %	18,0 %
	Hongkong	138	34,4 %	40,8 %	24,8 %
	Indien	79	28,4 %	38,7 %	32,9 %
	Indonesien	82	63,9 %	18,8 %	17,2 %
	Japan	368	43,1 %	29,8 %	27,1 %
	Makau	15	58,0 %	20,5 %	21,4 %
	Malaysia	136	51,9 %	17,3 %	30,7 %
	Neuseeland	40	32,3 %	38,4 %	29,3 %
	Philippinen	96	54,1 %	25,1 %	20,8 %
	Singapur	38	30,6 %	51,3 %	18,1 %
	Südkorea	362	34,2 %	35,9 %	30,0 %
	Taiwan	272	52,1 %	30,1 %	17,9 %
Thailand	177	54,4 %	28,5 %	17,2 %	
Vietnam	76	59,8 %	25,2 %	15,0 %	
Benchmark	Deutschland	379	21,9 %	23,1 %	54,9 %
	Frankreich	259	13,0 %	31,8 %	55,2 %
	Vereinigtes Königreich	126	14,8 %	41,0 %	44,1 %
	Kanada	232	29,9 %	32,7 %	37,4 %

Zu den USA existieren keine belastbaren Daten.

Lesehilfe: Die Abbildung gibt die Verteilung der Hochschulkooperationen nach Region (APRA-Länder, Benchmark-Länder, andere Länder) wieder sowie die durchschnittliche Anzahl der Hochschulkooperationen pro ausgewertete Hochschule.

Zum Beispiel kooperierten die fünfzehn ausgewerteten chinesischen Hochschulen im Durchschnitt mit 145 Hochschulen im Ausland, wovon 45,9 Prozent Hochschulen in APRA-Ländern sind, 36,0 Prozent Hochschule in Benchmark-Ländern und 18 Prozent Hochschulen in anderen Ländern.

Quelle: DAAD-Datenerhebung Okt. 2018.

## Kooperation der Benchmark-Länder mit APRA-Ländern

Die USA spielt eine herausragende Rolle<sup>11</sup> und sind der bei weitem wichtigste Kooperationspartner für die meisten APRA-Länder (durchschnittlicher Rang 2,7) (siehe Tabelle 3: Durchschnittliche Popularität der Benchmark-Länder (Stand: Oktober 2018)). Deutschland (durchschnittlicher Rang 6,5) liegt in der Popularität hinter Frankreich (5,3) aber knapp vor dem Vereinigten Königreich (6,7). Im Vergleich

zu Frankreich können sich in Deutschland regulatorische Hindernisse bei der Zulassung internationaler Studierender (z. B. aus China) negativ auf die Attraktivität von Hochschulpartnerschaften auswirken. Die vergleichsweise niedrige Popularität des Vereinigten Königreichs bei den Hochschulpartnerschaften wird durch die starke Präsenz britischer Hochschulen als Anbieter von transnationalen Bildungsprogrammen im APRA-Raum kompensiert. Deutsche Hochschulen kooperieren anteilmäßig jedoch mehr mit dem APRA-Raum als französische oder britische Hochschulen.

<sup>11</sup> Es liegen keine belastbaren Daten für die Kooperationen US-amerikanischer Hochschulen vor, die Bedeutung der USA für die APRA- und Benchmark-Länder lässt sich aber anhand des Anteils US-amerikanischer Institutionen an den Hochschulkooperationen der anderen Länder bestimmen.

Tabelle 03: Durchschnittliche Popularität der Benchmark-Länder (Stand: Oktober 2018)

Land	Deutschland	USA	Frankreich	UK	Kanada
Australien	4	1	6	2	7
China	8	1	4	7	9
Hongkong	6	1	4	3	9
Indien	3	1	5	4	7
Japan	4	2	5	6	12
Makau	9	3	5	9	7
Neuseeland	4	1	7	5	6
Südkorea	5	1	4	6	7
Taiwan	7	1	5	10	15
Indonesien	7	9	5	10	17
Malaysia	9	10	5	4	13
Philippinen	10	1	8	14	15
Singapur	6	2	7	1	4
Thailand	4	2	6	10	12
Vietnam	11	5	3	9	10
<b>Durchschn. Rang</b>	6,5	2,7	5,3	6,7	10,0

Türkis: populärer als DE / blau: weniger populär als DE / grau: Gleichstand. Zu den USA existieren keine belastbaren Daten. Lesehilfe: Die Abbildung gibt die Bedeutung Deutschlands, der USA, Frankreichs, Vereinigtes Königreichs und Kanadas für die Hochschulkooperationen der Länder wieder. Die Ziffern beziehen sich auf den Rang, gemessen nach der Anzahl der Kooperationen mit dem jeweiligen Land. Zum Beispiel ist Deutschland für Indien das drittichtigste Land gemessen an der Anzahl der indischen Hochschulkooperationen; Kooperationen mit US-amerikanischen Hochschulen sind populärer (Rang 1), Kooperationen mit Frankreich, Vereinigtes Königreich und Kanada jedoch weniger populär. Der durchschnittliche Rang Deutschlands beträgt 6,5. Deutschland ist daher im Gesamtdurchschnitt etwas populärer als Vereinigtes Königreich, jedoch weniger als die USA oder Frankreich.

Quelle: DAAD-Datenerhebung Okt. 2018

Das Angebot transnationaler Bildungsprogramme und -einrichtungen (Zweigcampusse) wird von den USA und dem Vereinigten Königreich dominiert. Für Deutschland nimmt die Kooperation mit China einen vergleichsweise hohen Stellenwert ein (8,3 Prozent aller TNB-Programme bzw. 10,5 Prozent der Studierenden in TNB-Programmen), wobei der Fokus auf kollaborativen Programmen generell von den Kooperationspartnern im APRA-Raum positiv bewertet wird.<sup>12</sup> Insgesamt wird aber nur ein Viertel aller deutschen TNB-Programme im APRA-Raum durchgeführt

(20 Prozent aller Studierenden in TNB-Programmen).<sup>13</sup> Auch hier steht Deutschland in direktem Wettbewerb mit Frankreich mit ähnlichen Anteilen am weltweiten TNB-Markt (insgesamt 32.033 Studierende weltweit in deutschen TNB-Programmen in 2017, gegenüber 37.000 Studierenden in französischen Programmen in 2016; britische Programme führen für 2016 95.000 Studierende an).

<sup>12</sup> Ob der deutsche Schwerpunkt auf kollaborativen Programmen längerfristig die Attraktivität der Kooperation mit Deutschland erhöht, lässt sich derzeit nicht auswerten. Einzelberichte des DAAD-Außennetzwerks sprechen jedoch von einer in China steigenden Unzufriedenheit mit den kommerziellen, unilateralen Franchise-Programmen britischer und amerikanischer Anbieter.

<sup>13</sup> TNB-Statistik des DAAD.

## Kohäsion der APRA-Länder

In diesem Abschnitt wird die Frage nach der Entwicklung des asiatischen-pazifischen Forschungsraums als Ganzem näher beleuchtet. Dies geschieht auf Basis mehrerer, aufeinander aufbauender Analysen. Zunächst wurde zur Beurteilung der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Zusammenarbeit der Länder des asiatisch-pazifischen Forschungsraums ein Kompositindikator entwickelt, der die verschiedenen Formen der Kooperation auf Basis einer einzigen Maßzahl abbildet. Ein Kompositindikator besteht aus mehreren Einzelindikatoren und ist so in der Lage, ein Phänomen aus unterschiedlichen Blickwinkeln zu beleuchten.<sup>14</sup> Für den Kompositindikator *Kohäsion* wurden sieben verschiedene Variablen, die jeweils eine Form oder Art von Kooperation abbilden, zu einem Index zusammengefasst, um das latente Phänomen der Kohäsion zwischen den APRA-Ländern zu beschreiben. Der Index wiederum wurde zusätzlich in zwei Sub-Dimensionen, nämlich der *Kooperation über Köpfe* sowie der *Kooperation über Projekte* unterteilt.

Zur Sub-Dimension Kooperation über Köpfe zählen die Forschermigration, Hochschulkooperationen sowie inländische Studierende im Ausland und ausländische Studierende im Inland. Zur Sub-Dimension Kooperation über Projekte zählen die im vorigen Kapitel bereits beschriebenen Ko-Patente, Ko-Publikationen sowie die Exportströme eines Landes hin zu anderen APRA-Ländern.

### Infobox 03: Methode: Berechnung des Kohäsionsindex

Der Kohäsionsindex ist ein Kompositindikator, der aus mehreren Einzelindikatoren besteht, nämlich der Forschermigration (Mobilitätsquoten<sup>15</sup>), Hochschulkooperationen, inländische Studierende im Ausland, ausländische Studierende im Inland, Ko-Patente, Ko-Publikationen sowie den Exportströmen eines Landes hin zu anderen APRA-Ländern. Der Index wurde zusätzlich in zwei Sub-Dimensionen, nämlich der *Kooperation über Köpfe* sowie der *Kooperation über Projekte* unterteilt, um weitere Details der Kohäsion darstellen zu können.

Um Größeneffekte auszuschließen wurde bei jeder Variable der entsprechende Anteil der Kooperation mit APRA-Ländern (als Gruppe) an allen Kooperationen des jeweiligen Landes berechnet. Für Ko-Patente bspw. wurde der Anteil der Ko-Patente mit APRA-Ländern an allen Ko-Patenten des jeweiligen Landes verwendet. Bei der Zusammenfassung zu einem Index wurden alle Anteile am Maximum im APRA-Raum normiert um die Daten vergleichbar zu machen.

Alle Indikatoren gehen jeweils gleich gewichtet in die Berechnung der jeweiligen Länder ein. Der Kohäsionsindexwert für den asiatisch-pazifischen Forschungsraum als Ganzes (dargestellt in Abbildung 4) ergibt sich wiederum als Mittelwert über die Indikatorwerte der einzelnen APRA-Länder.

Für die Sub-Dimension *Kooperation über Köpfe* wurde nur der Mittelwert über die Indikatoren Forschermigration, Hochschulkooperationen sowie inländische Studierende im Ausland und ausländische Studierende im Inland verwendet. Für die Sub-Dimension *Kooperation über Projekte* wurde der Mittelwert über die Indikatoren Ko-Patente, Ko-Publikationen sowie die Exportströme eines Landes hin zu anderen APRA-Ländern berechnet.

<sup>14</sup> OECD (2008): Handbook on Constructing Composite Indicators. Methodology and User Guide. Paris: OECD.

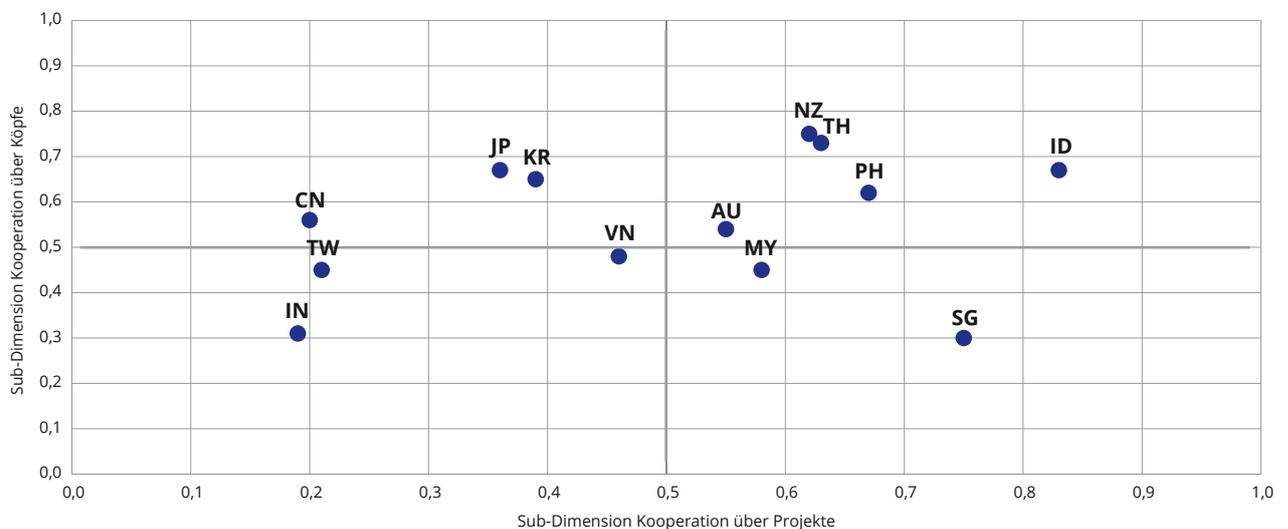
<sup>15</sup> Die Mobilitätsquoten beinhalten sowohl die Inbound- wie auch die Outbound-Migration.

Abbildung 04 zeigt die Verortung der einzelnen Länder beim Kohäsionsindex anhand der beiden Sub-Dimensionen für das Jahr 2017. Im oberen rechten Quadranten der Abbildung sind die Länder verortet, die auf beiden Dimensionen vergleichsweise stark mit den anderen APRA-Ländern kooperieren. Hier finden sich neben Australien und Neuseeland, die stark über Projekte sowie über Personen mit APRA-Partnern verbunden sind, drei südostasiatische Länder, nämlich Indonesien, Thailand und die Philippinen. Im oberen linken Quadranten wiederum finden sich die Länder, die stark über Personen mit den anderen Ländern des asiatisch-pazifischen Forschungsraums in Interaktion stehen, bei denen jedoch die Zusammenarbeit über Ko-Publikationen, Ko-Patente sowie Exporte weniger stark ausgeprägt ist. Dies trifft vor allem für die patent- und publikationsstarken Länder China, Japan und Korea zu, die sich klar in diesem Quadranten verorten. Im unteren rechten Quadranten sind die

Länder zu finden, bei denen genau der umgekehrte Fall eintritt, das heißt die Kooperation über Projekte stark, jedoch über direkten personellen Austausch weniger stark ausgeprägt ist. Hierunter fallen Singapur und knapp auch Malaysia, wobei im Falle Malaysias vergleichsweise stark auch über persönlichen Austausch kooperiert wird. Unten links finden sich die Länder, die insgesamt wenig oder nur sehr punktuell mit anderen APRA-Ländern kooperieren. Dazu zählen Indien und Taiwan sowie Vietnam, das sich jedoch stark in Richtung des rechten oberen Quadranten orientiert.

Insgesamt lässt sich also von einer starken Kooperation zwischen den APRA-Ländern sprechen, die sich in den letzten Jahren intensiviert hat. Es zeigt sich jedoch auch, dass die APRA-Länder unterschiedliche Kanäle nutzen, um mit ihren Partnerländern zu kooperieren.

Abbildung 04: Der APRA-Kohäsionsindex nach Einzelländern, 2017<sup>16</sup>



Lesehilfe: Die Linien bezeichnen die Mittelwerte der Verteilungen der jeweiligen Indizes (Mittelwert Kooperation über Köpfe= 0,55, Mittelwert Kooperation über Projekte= 0,49). Die Werte sind auf einer Skala von 0 bis 1 normiert (1= höchster erreichter Wert im Länderset). Obere rechter Quadrant= Starke Kooperation mit anderen APRA-Ländern auf beiden Dimensionen (Personen und Projekte); oberer linker Quadrant= Starke Kooperation über Personen, schwache Kooperation über Projekte; unterer rechter Quadrant= Starke Kooperation über Projekte, schwache Kooperation über Personen; unterer linker Quadrant= Schwache Kooperation über Personen, schwache Kooperation über Projekte. Im oberen rechten Quadranten finden sich Neuseeland, Indonesien, Thailand und die Philippinen. Diese Länder sind also stark über Projekte sowie über Personen mit APRA-Partnern verbunden.

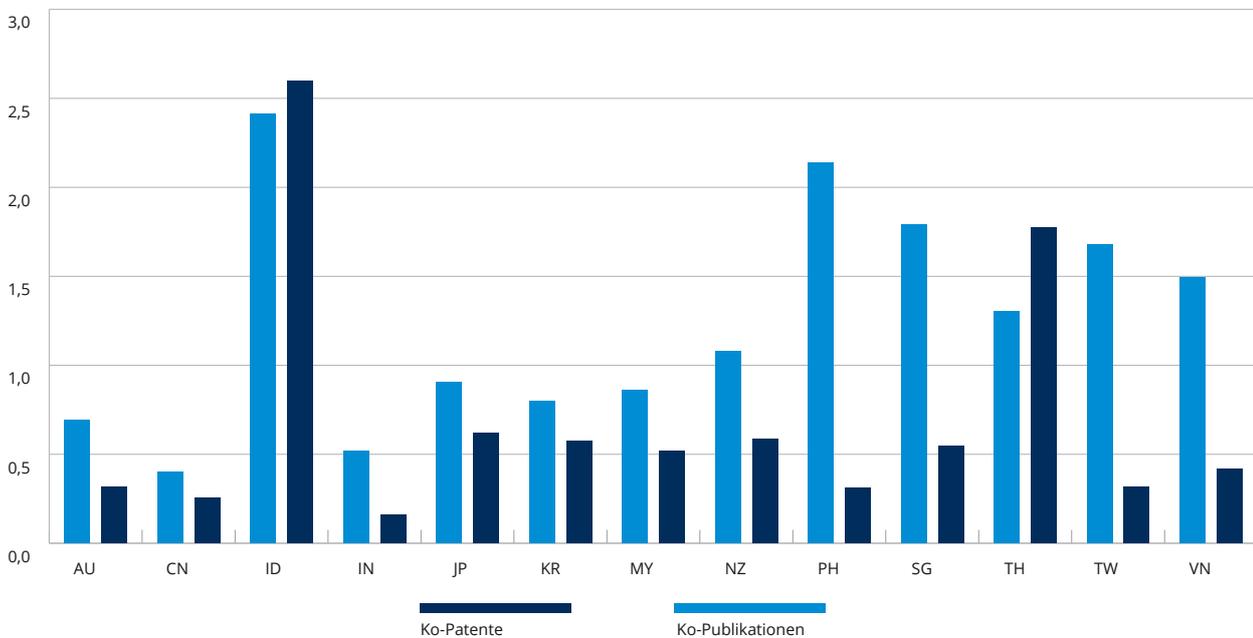
Quelle: Elsevier – Scopus; Datenabzug KW17 / 2018; EPA – PATSTAT; DATENABZUG VOM 1. APRIL 2018; UN-COMTRADE; OECD; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

<sup>16</sup> Da Patentdaten nur bis 2015 verfügbar sind, wurde hier der Wert für 2015 mit in die Berechnung aufgenommen.

Um darauf zu fokussieren, welche asiatischen Länder in ihrer Kooperationsneigung auf nicht-asiatische Forschungspartner setzen und welche Länder verstärkt mit der Gruppe der restlichen APRA-Länder kooperieren, wurden die Ko-Publikationen und Ko-Patente der einzelnen Länder mit der Gruppe der APRA-Länder zu den Ko-Publikationen und Ko-Patenten mit internationalen (also hier: nicht-asiatischen) Volkswirtschaften ins Verhältnis gesetzt. Dieser

Indikator liefert somit Aufschluss darüber, ob sich ein Land stärker auf asiatische oder internationale Partner fokussiert, wobei der Patentindikator stärker auf technologische, der Publikationsindikator jedoch auf wissenschaftliche Verflechtungen hindeutet (Abbildung 05). Hohe Werte auf den Indikatoren können somit als Indiz für einen verstärkten innerasiatischen Wissens- und Technologieaustausch gewertet werden.

Abbildung 05: Verhältnis der Ko-Publikationen / Ko-Patente mit APRA-Ländern zu den Ko-Publikationen / Ko-Patenten mit nicht-APRA Ländern, 2015 bzw. 2017



Lesehilfe: Für Ko-Patente wurden Werte des Jahres 2015 verwendet, für Ko-Publikationen Werte des Jahres 2017. Werte über eins auf dem jeweiligen Indikator implizieren mehr Ko-Patente mit APRA-Partnern als mit internationalen Partnern. Hohe Werte bei diesem Indikator deuten also auf einen starken innerasiatischen Wissens- und Technologieaustausch im Vergleich zu einer Kooperation mit Partnerländern außerhalb des APRA hin. Mit Werten deutlich über eins meldet Indonesien also beispielsweise mehr Patente gemeinsam mit Erfindern aus APRA-Ländern an als mit nicht-APRA Ländern. Gleiches gilt für die Ko-Autorenschaft bei Publikationen. China, auf der anderen Seite, hat mehr Ko-Patente und Ko-Publikationen mit nicht-APRA Partnern als mit APRA-Ländern.

Quelle: Elsevier – Scopus; Datenabzug KW17 / 2018; EPA – PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Vor allem der wissenschaftliche Austausch des asiatisch-pazifischen Forschungsraums ist über die Jahre hinweg stark angestiegen (zeitliche Trends sind zur besseren Übersichtlichkeit nicht in der Abbildung enthalten). Asiatische Partner gewinnen über die komplette Zeitspanne jedoch noch einmal verstärkt nach 2010 für fast alle Länder zunehmend als Forschungspartner an Bedeutung. Besonders stark nach innen orientiert zeigen sich hierbei Indonesien und die Philippinen, wobei hier jedoch geringe Ko-Publikationszahlen insgesamt verzeichnet werden. Für Singapur und Taiwan lassen sich verstärkte Trends hin zu Ko-Publikationen mit asiatischen Partnern feststellen. Vietnam und Thailand zeigen ebenfalls vergleichsweise hohe Werte. China, Indien und Australien hingegen erreichen vergleichsweise niedrige Werte. Für Australien lässt sich dies vor allem mit der kulturellen und sprachlichen Nähe zum Vereinigten Königreich und den USA erklären. Indien ist vor allem technologisch gesehen häufig stark in Richtung der USA orientiert. China weist absolut gesehen sehr hohe Ko-Publikationszahlen auf und kooperiert immer stärker auch international. Es kann somit eine Art Brücken- oder Vermittlerfunktion für den asiatisch-pazifischen Forschungsraum einnehmen.

Bei den Ko-Patenten zeigt sich im Vergleich zu den Ko-Publikationen ein eher gemischtes Bild. Ein starker Zuwachs der technologischen Kooperationen mit den APRA-Ländern findet sich ausschließlich für Thailand. Indonesien verzeichnet vereinzelt auch hohe Werte, jedoch absolut gesehen auf sehr niedrigem Niveau. Für die anderen APRA-Länder zeigen sich zwar fluktuierende Werte, jedoch insgesamt weitestgehend stagnierende Trends bei vergleichsweise niedrigen Werten – alle Werte unter eins weisen darauf hin, dass stärker international als mit APRA-Ländern kooperiert wird. Die nach Thailand und Indonesien technologisch am stärksten nach

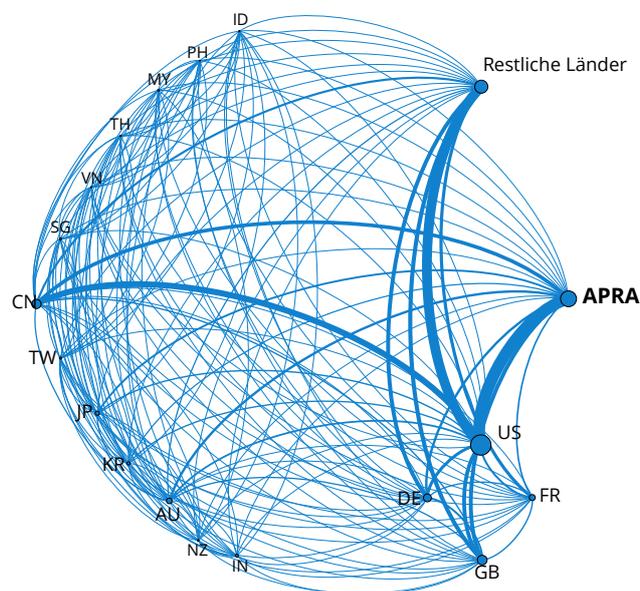
innen kooperierenden Länder sind Korea, Vietnam, Malaysia und die Philippinen, also vor allem die südostasiatischen Staaten, die mit Ausnahme Südkoreas bisher kaum eigene technologische Stärken entwickelt haben. Insgesamt bleibt aber festzuhalten, dass der asiatisch-pazifische Forschungsraum noch immer stärker über wissenschaftliche als über technologische Zusammenarbeit geprägt wird.

Da besonders die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen den APRA-Ländern stark ausgeprägt ist, werden die Ko-Publikationstrends der asiatischen Volkswirtschaften im letzten Schritt mit Hilfe einer Sozialen Netzwerkanalyse (SNA) noch einmal näher beleuchtet. Soziale Netzwerkanalysen sind in der Lage, komplexe Beziehungsmuster zwischen den einzelnen Akteuren eines Netzwerks zu analysieren. Sie ermöglichen daher differenzierte Aussagen über die Stärke von Kooperationsbeziehungen zwischen Akteuren. In einem ersten Schritt der Analyse, werden die APRA-Länder einzeln sowie als Aggregat betrachtet. Hier steht also zunächst die Kooperation der einzelnen Länder mit dem gesamten asiatisch-pazifischen Forschungsraum als solchem, wie auch die Verbindung zu den externen Kooperationspartnern im Vordergrund. Die Gruppe der APRA-Länder wird dabei gesondert ausgewiesen, da hierdurch noch einmal deutlich wird, wie stark die einzelnen Länder mit der gesamten Gruppe der APRA-Länder kooperieren. Außerdem wird hierdurch betont, wie stark der gesamte APRA-Raum mit internationalen Partnern kooperiert und mit welchen weltweiten Partnern maßgeblich kooperiert wird. Da die Trends der Ko-Publikationen der Länder des asiatisch-pazifischen Raums untereinander jedoch von den internationalen Trends überlagert werden und nur noch schwer interpretierbar sind, wird in einer zweiten Netzwerkanalyse ausschließlich auf die APRA-Länder und deren Beziehungen untereinander abgestellt.

In Abbildung 06 ist zunächst die SNA mit APRA-Ländern als Aggregat dargestellt. Die Größe der Knoten sowie die Größe der Beschriftung indizieren den durchschnittlichen, gewichteten Knotengrad, also die mit den Ko-Publikationen gewichtete Anzahl der

Verbindungen zu verschiedenen Ländern.<sup>17</sup> Die Dicke der Linien (Kanten), zeigt die Stärke der Verbindung, in diesem Fall die Anzahl der Ko-Publikationen, zwischen den einzelnen Ländern an.

Abbildung 06: SNA der Ko-Publikationen - APRA Länder im internationalen Vergleich, 2017

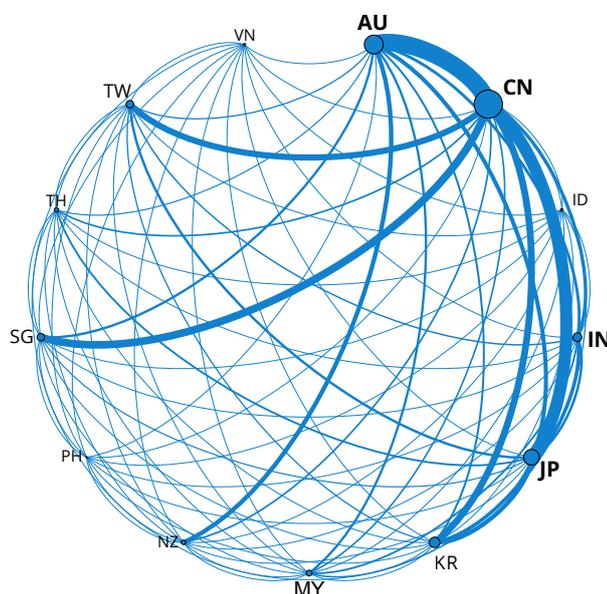


Lesehilfe: Knoten: Schriftgrad= Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad; Kanten: Dicke der Linien= Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X. Lesebeispiel: China hat im APRA Vergleich die höchste Anzahl an Ko-Publikationen (größter Schriftgrad im APRA-Vergleich) und ko-publiziert am stärksten mit den USA sowie mit den restlichen APRA-Ländern als Ganze (Dicke der Linien).

Quelle: Elsevier – Scopus; Datenabzug KW17 / 2018, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

<sup>17</sup> Da in den aggregierten Publikationsnetzwerken alle Länder und Ländergruppen Ko-Publikationen mit allen anderen Länder/Ländergruppen aufweisen, entspricht dieses Maß hier der Gesamtzahl der Ko-Publikationen des jeweiligen Landes.

Abbildung 07: SNA der Ko-Publikationen - Vergleich zwischen den APRA-Ländern, 2017



Lesehilfe: Knoten: Schriftgrad und Farbe= Durchschnittlicher; gewichteter Knotengrad, Kanten: Dicke der Linien= Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X. Lesebeispiel: China hat im APRA Vergleich die höchste Anzahl an Ko-Publikationen (größter Schriftgrad) und ko-publiziert innerhalb des APRA am stärksten mit Australien, Japan, Singapur, Taiwan und Korea (Dicke der Linien).

Quelle: Elsevier – Scopus; Datenabzug KW17 / 2018, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Aus der Abbildung wird deutlich, dass vor allem China absolut gesehen stark mit den APRA-Ländern kooperiert, auch wenn die Verflechtungen mit den USA noch stärker ausgeprägt sind. Auch mit Deutschland und dem Vereinigten Königreich hat China starke Verbindungen. Australien ist für die APRA-Länder insgesamt der zweitgrößte Kooperationspartner in der Region, gefolgt von Japan. Beide Länder zeigen auch starke Verbindungen zu internationalen Partnern, wobei dies bei Australien noch stärker ausgeprägt ist als im Falle Japans. Es zeigen sich auch starke wissenschaftliche Verflechtungen zwischen Australien und China. International gesehen, sind die USA der bei weitem größte Kooperationspartner für die APRA-

Länder insgesamt. Es lassen sich jedoch auch starke Verbindungen zum Vereinigten Königreich nachweisen, gefolgt von Frankreich und Deutschland.

In der Analyse der Kooperationen der APRA-Länder untereinander (Abbildung 07) wird erneut die bedeutende Position Chinas deutlich, das besonders stark mit Australien und Japan kooperiert. Auch zu Korea, Singapur und Taiwan unterhält es starke Verbindungen. Weitere starke wissenschaftliche Verflechtungen werden zwischen Japan und Korea sowie Australien und Neuseeland deutlich, wobei China mit den absolut gesehen deutlich höchsten Ko-Publikationszahlen das Bild dominiert.

## Schlussfolgerungen

Die Analysen des Kohäsionsindex zeigen eine insgesamt zunehmende Verzahnung der APRA-Länder über die Zeit, mit steigenden Trends vor allem in den letzten Jahren. Hierbei bleibt anzumerken, dass die Kohäsion stärker über Personen statt über Projekte stattfindet. Dieser Effekt wird besonders durch China, Japan und Korea getrieben, die – relativ gesehen – geringe Ko-Patent- und Ko-Publikationsanteile aufweisen und stärker über Köpfe kooperieren. Eine besonders stark ausgeprägte Kooperation auf beiden Dimensionen kann in einigen Ländern Südostasiens – vor allem Thailand, Indonesien und die Philippinen – sowie in Australien und Neuseeland beobachtet werden. Insgesamt lässt sich jedoch auch zeigen, dass der asiatisch-pazifische Forschungsraum deutlich stärker über wissenschaftliche als über technologische Zusammenarbeit geprägt wird.

Die Analyse der Ko-Publikationen macht die dominante Rolle Chinas deutlich. Obwohl ein größerer Anteil an Kooperationen mit internationalen Partnern als mit Partnern innerhalb des asiatisch-pazifischen Raums stattfindet, ist China absolut gesehen der größte Kooperationspartner innerhalb des asiatisch-pazifischen Forschungsraums. Somit kann China hier eine Brückenfunktion bzw. eine Vermittlerrolle der APRA-Staaten mit internationalen Partnern zukommen, auch wenn allen voran die USA bereits ein starker internationaler Kooperationspartner der APRA-Staaten sind. Eine ähnliche Rolle kann auch Australien zugeschrieben werden, das auf der einen Seite durch seine räumliche Nähe stark mit den anderen APRA-Staaten vernetzt ist, was auch der Kohäsionsindex zeigt, durch sprachliche und kulturelle Nähe jedoch auch verstärkt mit Europa und den USA kooperiert.

# Schwerpunktthemen

## Quantenforschung

Ein Markt für Quantenforschung bzw. darauf aufbauender Produkte besteht bisher nicht.<sup>18</sup> Anwendungspotenziale hingegen gibt es in zahlreichen Feldern wie beispielsweise in der Telekommunikation oder auch im Bereich von Displays. Schnelle Fortschritte in der Digitalisierung in Form der Entwicklung von Künstlicher Intelligenz, Autonomer Systeme, Cloud-Computing und Quantenrechnern haben das Interesse an diesem Forschungsfeld auch in der APRA-Region erhöht. Dies gilt insbesondere für die Quantenforschung, die weitgehend noch auf Grundlagenforschung konzentriert ist. Marktforscher gehen dabei derzeit davon aus, dass sich in nächster Zeit zunächst ein Innovations-Ökosystem zwischen Universitäten und Forschungseinrichtungen auf der einen Seite und Unternehmen auf der anderen Seite herausbilden wird. Der Markt für Quantenkommunikation, beispielsweise, bleibt auf absehbare Zeit ein Nischenmarkt und wird in erster Linie von der Technologieentwicklung und weniger von der Nachfrageseite getrieben werden. Von Quanten-Dots – dies sind Halbleiter, die aus Nano-Kristallen hergestellt werden – wird erwartet, dass sie Displays und Leuchtmittel zu einer weiteren Evolutionsstufe verhelfen und somit den Markt für Konsumelektronik deutlich beeinflussen werden.<sup>19</sup> Flexible Displays oder in Kleidungsstücke eingearbeitete Elektronik werden damit hochauflösender. Darüber hinaus können sie ultraviolette und infrarote Lichtstrahlen in Energie umwandeln, was sie für Anwendungen im Bereich von Solarzellen interessant macht. Die Quantenforschung legt derzeit die Grundsteine für diese Anwendungen.<sup>20</sup>

Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Thema Quantenforschung / Quantentechnologien derzeit in der Tat noch auf die wissenschaftlich-akademische Auseinandersetzung mit Grundlagen und einigen ersten Anwendungsbereichen beschränkt. Deutschland erweist sich weltweit und auch mit den asiatisch-pazifischen Ländern als gut vernetzt. Hinsichtlich der Patente konnte insbesondere Südkorea die Anmeldezahlen ausweiten und steht damit im Dreijahresdurchschnitt 2013-2015 hinter den USA und Japan an dritter Stelle – die absoluten Zahlen bleiben aber gering. China steht bei Publikationen in absoluten Zahlen an erster Stelle noch vor den USA, während Japan mit 5,7 Prozent der weltweiten Veröffentlichungen auf Rang 5 unter den betrachteten Ländern rangiert. Bei Patenten steht China hingegen noch zurück.

<sup>18</sup> Frost & Sullivan (2017): *Innovations in Quantum Communication Technology*. Microelectronics TechVision Opportunity Engine, S. 10.

<sup>19</sup> Frost & Sullivan (2015): *Impact of Quantum Dots On Consumer Electronics* (TechVision). Towards Next-Generation Ultra-Vibrant Displays with QDs.

<sup>20</sup> Die Abgrenzung der Quantenforschung in der Patentstatistik findet auf Basis der Internationalen Patentklassifikation IPC statt. Für die bibliometrische Analyse der wissenschaftlichen Publikationen ist es hingegen unumgänglich, eine Stichwort-basierte Suche durchzuführen, da Quantenforschung bisher in die bestehenden Klassifikationen keinen Eingang gefunden hat.

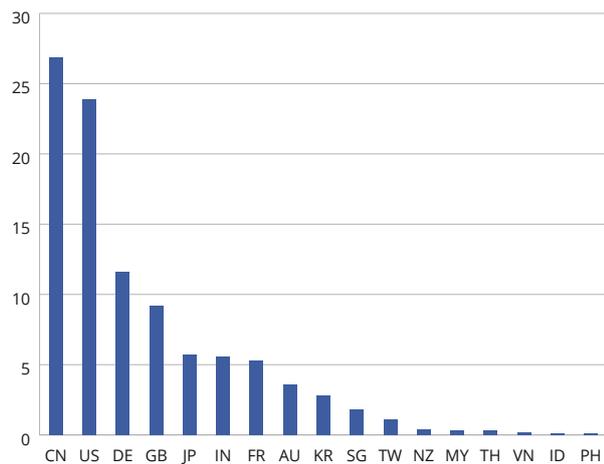
### Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der APRA-Länder

Die Quantenforschung stellt sich als interdisziplinäres Feld mit Verbindungen zur Physik, zu den Materialwissenschaften und zur Mikroelektronik dar und kann auch als Teilbereich der Nanotechnologie-Forschung betrachtet werden. Als noch eher junge Disziplin sind Abgrenzungen zu den angrenzenden Disziplinen derzeit noch unscharf und es gibt auch noch keine Definition oder Klassifikation des Felds beispielsweise über ein eigenes Set an relevanten (und exklusiven) Zeitschriften. Es gibt bisher wenige etablierte Zeitschriften, die sich ausschließlich auf Quantenforschung konzentrieren. Ausnahmen bilden beispielsweise „Quantum Electronics“ oder „Quantum Information Processing“. Wissenschaftliche Veröffentlichungen finden sich entsprechend in Zeitschriften, die Schwerpunkte auch in anderen Themen haben.

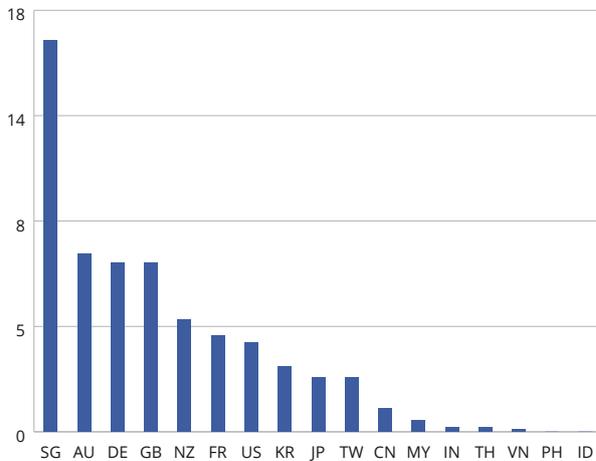
Die weltweiten jährlichen Veröffentlichungen in der Quantenforschung sind in der Datenbank Scopus zwischen 2005 und 2012 etwa um 63 Prozent angewachsen auf 6.100 Beiträge, sind anschließend jedoch auf 4.400 Beiträge im Jahr 2014 zurückgegangen, um dann erneut anzuwachsen auf knapp 5.200 Veröffentlichungen im Jahr 2017. Im nächsten Abschnitt wird gezeigt, dass auch die Patente zunächst angewachsen waren, anschließend leicht sanken, um dann zuletzt erneut anzusteigen. Damit nimmt die Quantenforschung einen Verlauf wie er für viele neue Technologien durchaus typisch ist.<sup>21</sup> Nach einer ersten Steigerungsphase kehrt eine Phase der Neuausrichtung oder der technologischen Fokussierung ein, ehe eine erneute Wachstumsphase die wissenschaftlich-technologische – nicht notwendigerweise bereits die marktseitige – Diffusion eröffnet. Im Gegensatz zu zahlreichen anderen untersuchten Technologien scheint die Quantenforschung / -technologie jedoch einen kürzeren Zyklus zu durchlaufen, sodass schneller die Diffusionsphase einsetzt.

Interessanterweise – dies dürfte für die zügige Entwicklung des Feldes wesentlich sein – liegt China bei wissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen mit zuletzt knapp 1.400 vor den USA, die gut 1.200 solcher Veröffentlichungen auf sich vereinen. Diese beiden Länder zeichnen damit für 27 Prozent bzw. 24 Prozent der weltweiten Veröffentlichungen verantwortlich. An dritter Stelle rangiert Deutschland mit 600 Beiträgen (11,6 Prozent) vor dem Vereinigten Königreich (9,2 Prozent) und den Ländern Japan, Indien und Frankreich. Normiert man die Zahl der Veröffentlichungen jedoch an der Bevölkerungszahl der Länder – dies dient dazu Größeneffekte der einzelnen Länder auszuschließen und die Indikatoren somit größenunabhängig interpretieren zu können – dann steht Singapur mit 16,7 Beiträgen pro eine Million Einwohner (absolut 94, 1,8 Prozent) an erster Stelle vor einer Gruppe bestehend aus Australien, Deutschland und dem Vereinigten Königreich mit jeweils ca. sieben Veröffentlichungen pro eine Million Einwohner. Die Länder Indonesien, Malaysia, Philippinen, Thailand und Vietnam spielen in der Quantenforschung bisher weder absolut noch relativ eine nennenswerte Rolle.

Abbildung 08: Anteile der wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Bereich Quantenforschung an den weltweiten Veröffentlichungen (oben) und die Anzahl an Publikationen pro eine Million Einwohner (unten), 2017, Werte in Prozent



21 Meyer-Krahmer, F.; Dreher, C. (2004): Neuere Betrachtungen zur Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft. In: D. Spath (Hg.): *Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen - Zukunft gestalten*. München: Hanser; Schmoch, Ulrich (2007): Double-boom cycles and the Comeback of Science-push and Market-pull. *Research Policy* 36 (7), S. 1000–1015.; Frietsch, R.; Neuhäusler, P.; Rothengatter, O. (2012): Patent trends. In: A. Jolly (Hg.): *The Handbook of European Intellectual Property Management - Developing, Managing and Protecting your Company's Intellectual Property*, 3rd Edition. London, Philadelphia, New Delhi: Kogan Page, S. 30–38.

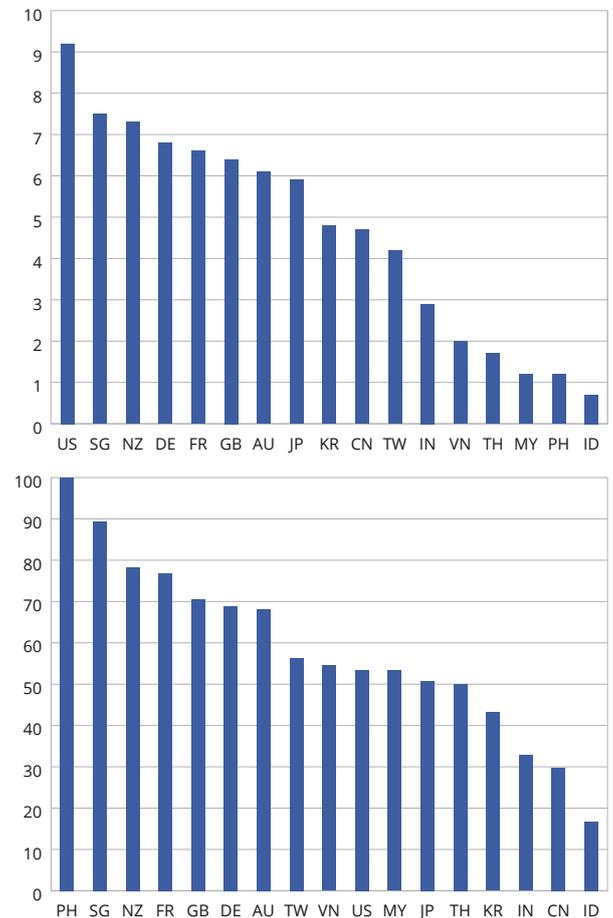


Lesehilfe: Singapurs Anteil an den weltweiten Publikationen in der Quantenforschung liegt lediglich bei 1,8 Prozent (oben). Der Stadtstaat liegt aber bei der um die Landesgröße korrigierten Betrachtung mit 16,7 Publikationen pro eine Million Einwohner deutlich an der Spitze.

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Hinsichtlich der internationalen Ko-Publikationen im Bereich der Quantenforschung konzentriert sich der Austausch entsprechend auf nur wenige der hier untersuchten Länder. Für diese Länder zeigt sich die Quantenforschung aber insgesamt auf Grund der starken Ausrichtung auf Grundlagenforschung als kooperationsintensiver als der jeweilige Durchschnitt über alle Felder. Unter den Ländern mit substantiellen Absolutzahlen erreicht Singapur mit 89 Prozent den höchsten Anteil internationaler Ko-Publikationen. Frankreich kooperiert in 77 Prozent der Publikationen in der Quantenforschung mit dem Ausland und auch das Vereinigte Königreich und Deutschland erreichen mit jeweils ca. 70 Prozent hohe Anteile. Auch Japan und die USA kooperieren – gemessen an ihren gesamten Ko-Publikationsanteilen über alle Wissenschaftsfelder – bei Publikationen in diesem Feld in jeweils ca. 50 Prozent der Fälle außergewöhnlich häufig international. Im Fall von China finden sich ebenfalls deutlich höhere Anteile internationaler Ko-Publikationen als im Durchschnitt aller chinesischen

Abbildung 09: Durchschnittliche Zitatraten, 2013-2015 (oben) und Anteile internationaler Ko-Publikationen 2017 (unten) in der Quantenforschung, Werte in Prozent



Lesehilfe: Zitatraten sind die durchschnittliche Anzahl der erhaltenen Zitierungen, die die Veröffentlichungen in einem Drei-Jahres-Zeitfenster ab Publikationsjahr erhalten. Beispiel: Die Veröffentlichungen aus den USA werden in den drei Jahren nach Veröffentlichung im Durchschnitt 9,2-mal zitiert, die aus Indonesien lediglich 0,7-mal.

Ko-Publikationen: 100 Prozent aller Veröffentlichungen der Philippinen werden gemeinsam mit einem Partner aus dem Ausland veröffentlicht, in Deutschland sind es 68,9 Prozent und in China 29,7 Prozent.

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Veröffentlichungen in der Datenbank Scopus. Die Anteile sind dabei bis 2014 leicht zurückgegangen, um anschließend zu steigen und im Jahr 2017 ein Niveau von knapp 30 Prozent zu erreichen.

Die bilateralen Ko-Publikationen können jeweils aus der Sicht eines Ausgangslandes oder eines Partnerlandes gesehen werden. Um einen Indikator hierfür zu erhalten kann man die bilateralen Ko-Publikationen in Relation setzen zu den gesamten Ko-Publikationen eines Landes. Während beispielsweise China für Singapur von großer Bedeutung ist – es werden im Bereich der Quantenforschung 34 Prozent aller Ko-Publikationen Singapurs gemeinsam mit einem Autor oder einer Autorin aus China veröffentlicht – ist Singapur umgekehrt für China weniger bedeutend (neun Prozent der chinesischen Ko-Publikationen). China wiederum ko-publiziert bei 45 Prozent seiner wissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen in der Quantenforschung mit den USA. An zweiter und dritter Stelle stehen für China Vereinigtes Königreich und Deutschland, nur knapp vor Australien und Japan.

Wichtige wissenschaftliche Partner für Deutschland im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich der Quantenforschung sind China (neun Prozent), Japan (sieben Prozent) und auch Südkorea (drei Prozent). Deutlich häufiger wird allerdings mit den Benchmark-Ländern USA (30 Prozent), Vereinigtes Königreich (17 Prozent) und Frankreich (13 Prozent) gemeinsam publiziert. Interessant ist, dass die Anteile der Länder im Bereich der Quantenforschung nahezu deren Anteile bei allen Ko-Publikationen Deutschlands mit diesen Ländern entsprechen, d.h. sich hier keine ausgeprägten Kooperationsschwerpunkte mit einzelnen Partnern in der asiatisch-pazifischen Region oder den Benchmark-Ländern offenbaren. Umgekehrt ist Deutschland für eine ganze Reihe an Ländern im asiatisch-pazifischen Raum als wissenschaftlicher Partner im Bereich der Quantenforschung von besonderer Bedeutung. Zwar ist die absolute Zahl niedrig, aber Neuseeland veröffentlichte 38 Prozent seiner internationalen Ko-Publikationen in der Quantenforschung gemeinsam mit Deutschland. Korea, Japan und auch Indien veröffentlichen jeweils zwischen 16 Prozent und 19 Prozent ihrer Beiträge gemeinsam mit Deutschland.

Tabelle 04: Heatmap der bilateralen Kooperationen in der Quantenforschung anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017

		... für diese Länder																	
		AU	CN	DE	FR	GB	ID	IN	JP	KR	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	US	VN	
Diese Länder sind Partner...	AU		9 %	4 %	4 %	9 %	20 %	5 %	7 %	6 %	10 %	21 %	13 %	9 %	3 %	7 %	6 %	8 %	AU
	CN	25 %		9 %	8 %	12 %	40 %	8 %	18 %	20 %	14 %	17 %	13 %	34 %	41 %	26 %	23 %	23 %	CN
	DE	13 %	11 %		26 %	22 %	10 %	16 %	19 %	17 %	8 %	38 %	13 %	11 %	29 %	13 %	18 %	27 %	DE
	FR	7 %	5 %	13 %		12 %	20 %	11 %	11 %	10 %	8 %	26 %	0 %	8 %	32 %	7 %	9 %	12 %	FR
	GB	21 %	11 %	17 %	18 %		20 %	10 %	15 %	13 %	16 %	21 %	13 %	23 %	41 %	10 %	13 %	12 %	GB
	ID	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %		1 %	0 %	1 %	6 %	2 %	13 %	1 %	6 %	1 %	0 %	4 %	ID
	IN	3 %	2 %	3 %	4 %	3 %	20 %		3 %	13 %	22 %	15 %	13 %	3 %	24 %	10 %	4 %	4 %	IN
	JP	8 %	8 %	7 %	8 %	7 %	30 %	6 %		14 %	8 %	11 %	13 %	7 %	24 %	16 %	8 %	15 %	JP
	KR	3 %	4 %	3 %	3 %	3 %	20 %	11 %	6 %		8 %	15 %	25 %	4 %	29 %	7 %	4 %	19 %	KR
	MY	1 %	1 %	0 %	1 %	1 %	40 %	4 %	1 %	2 %		11 %	13 %	1 %	18 %	4 %	0 %	4 %	MY
	NZ	2 %	1 %	1 %	1 %	1 %	10 %	2 %	1 %	2 %	8 %		13 %	1 %	21 %	4 %	1 %	4 %	NZ
	PH	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	0 %	0 %	1 %	2 %	2 %		0 %	3 %	1 %	0 %	4 %	PH
	SG	6 %	9 %	2 %	3 %	6 %	20 %	3 %	4 %	5 %	3 %	4 %	13 %		6 %	6 %	3 %	4 %	SG
	TH	0 %	1 %	1 %	1 %	1 %	20 %	2 %	1 %	3 %	10 %	15 %	13 %	1 %		4 %	0 %	4 %	TH
	TW	2 %	3 %	1 %	1 %	1 %	10 %	4 %	4 %	4 %	10 %	15 %	13 %	3 %	18 %		3 %	4 %	TW
	US	31 %	45 %	30 %	29 %	28 %	20 %	31 %	37 %	41 %	14 %	38 %	13 %	19 %	29 %	46 %		15 %	US
	VN	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	10 %	0 %	1 %	2 %	2 %	2 %	13 %	0 %	3 %	1 %	0 %		VN
		... für diese Länder																	

Die Farbskalierung variiert zwischen dunkelblau (= niedrige Anteile) über hellblau (= mittlerer Bereich) bis grau (= hohe Anteile). Lesehilfe: Beispiel: Die USA ist für alle Länder ein sehr wichtiger Partner (siehe Zeile „US“), besonders jedoch für Taiwan, China und Südkorea. Umgekehrt sind für die USA (siehe Spalte „US“) als wissenschaftliche Partner besonders China, Deutschland und das Vereinigte Königreich relevant.

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Institutionen aus dem APRA mit den meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Bereich der Quantenforschung sind die University of Science and Technology of China und die Universität der Chinesischen Akademie der Wissenschaften. Bezogen auf die Zitierungen ihrer Veröffentlichungen – dies sind Hinweise auf die Sichtbarkeit, jedoch auch auf die Qualität – sind es die Fudan Universität und das Institute of Physics der Chinesischen Akademie der Wissenschaften.

Tabelle 05: Top 5 publizierende (links) und zitierte (rechts) Forschungseinrichtungen im APRA in der Quantenforschung

Nach Anzahl der Publikationen	Nach Zitierungen (unter den Top 100 publikationsstärksten Einrichtungen)
University of Science and Technology of China, China	Collaborative Innovation Center of Advanced Microstructures, China
University of Chinese Academy of Sciences, China	Fudan University, China
Tsinghua University, China	National Institute for Materials Science, Japan
National University of Singapore	Korea Institute of Science and Technology, Südkorea
University of Tokyo, Japan	Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Südkorea

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

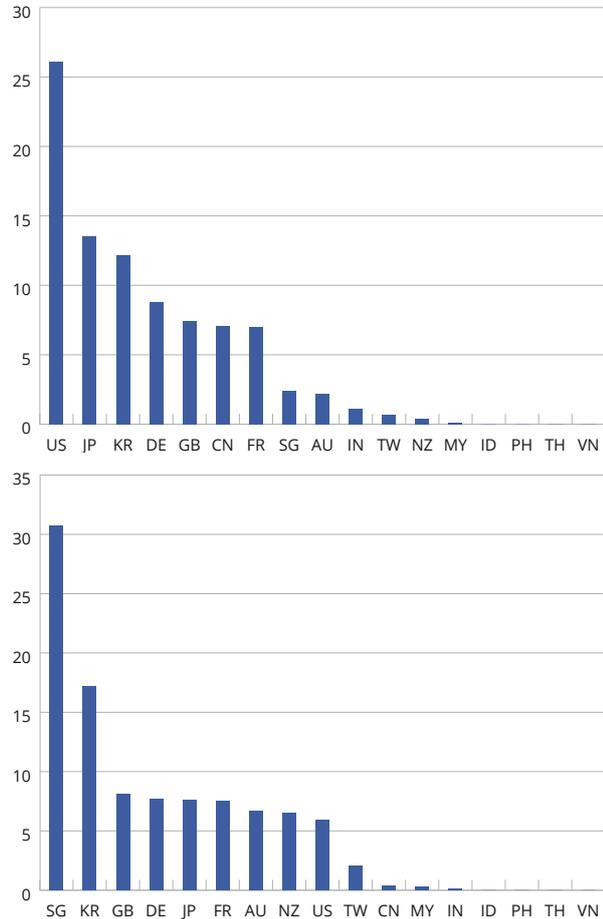
### Die technologische Leistungsfähigkeit der APRA-Länder: Patente

Patente sind ein wichtiger Indikator zur Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften, da sie nicht einfach nur angemeldet, sondern auch geprüft werden. Patente gelten jedoch immer nur in dem Land, in dem sie auch tatsächlich zum Schutz angemeldet werden. Transnationale Patentanmeldungen zielen dabei auf globale bzw. mehrere Märkte ab. Die Bedeutung des chinesischen Marktes ist auf Grund der Größe und der Dynamik offensichtlich, sodass auch hierauf ein Blick lohnt.

Die transnationalen Patentanmeldungen bezüglich Quanten sind derzeit noch auf niedrigem Niveau. Alle Länder weltweit meldeten im Jahr 2015 zusammen 278 Patente in diesem Bereich an. Die größte Zahl stammt dabei aus den USA mit 80 Patenten. Insgesamt haben die Anmeldungen gegenüber 2014 deutlich zugenommen und es bleibt abzuwarten, ob sich dieser deutliche Aufwärtstrend fortsetzen wird. Zuletzt deutlich zugelegt hat Südkorea und meldete die zweithöchste Zahl (40) solcher Patente an noch vor Deutschland (28) und Japan (27). China meldete in 2014 und auch in 2015 jeweils 21 Quanten-Patente auf der transnationalen Ebene an.

Bezogen auf die Landesgröße (je zehn Millionen Einwohner) steht Singapur deutlich vor Südkorea an der Spitze, während die meisten übrigen Länder ein ähnliches Niveau von ca. sechs bis acht Patentanmeldungen erreichen. China liegt auf Grund der Landesgröße deutlich zurück.

Abbildung 10: Anteil der transnationalen Patentanmeldungen (oben) und pro 10 Millionen Einwohner (unten), 2013-2015, Werte in Prozent



Lesehilfe: Transnationale Patente sind auf internationale Märkte ausgerichtete Technologien und sind definiert als Patentfamilien mit mindestens einer EPA- oder PCT-Anmeldungen. Lesebeispiel: Singapurs Anteil an den weltweiten Patenten in der Quantenforschung liegt lediglich bei 2,4 Prozent (oben). Der Stadtstaat liegt aber bei der um die Landesgröße korrigierten Betrachtung mit einer Anzahl von 30 Patenten pro 10 Millionen Einwohner an der Spitze.

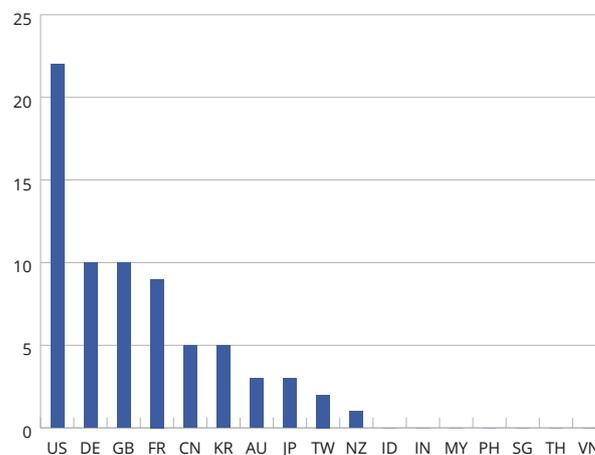
Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

#### Infobox 04: Der chinesische Markt und weitere nationale Märkte

Am chinesischen Patentamt CNIPA liegt erwartungsgemäß China mit 85 Prozent der Anmeldungen im Bereich der Quantenforschung deutlich an der Spitze. Das sind 405 Patentanmeldungen in 2015 und in der Summe der drei Jahre 2013-2015 waren es 1074. Die überwiegende Mehrheit dieser Patente wird ausschließlich am nationalen Patentamt angemeldet und deckt keine Auslandsmärkte ab. Dies ist einerseits dem großen und dynamischen Markt in China geschuldet, findet seine Ursache im Fall der Quantenforschung darin, dass noch keine Produktreife erreicht wurde, sich noch kein Markt entwickelt hat und somit in erster Linie technologische Grundlagen patentiert werden, um den eigenen technologischen Spielraum zu etablieren. Kommerziell anwendbare Patente auf Quantentechnologien sind erst in den nächsten Jahren zu erwarten. Es ist daher für die Patentanmelder rational, zunächst lediglich am nationalen Markt anzumelden, um weltweit einen passiven Schutz zu erreichen, sodass niemand anderes diese Technologie exklusiv für sich beanspruchen kann und den eigenen Handlungsspielraum für weitere Forschung und Entwicklung einschränken kann. Entsprechend finden sich auch für andere Länder ähnliche Relationen von hohen nationalen Anmeldezahlen und niedrigen internationalen Anmeldungen.

Internationale Ko-Patente finden sich in dem Feld derzeit so gut wie keine. Absolut betrachtet lassen sich 22 Patentanmeldungen in der Summe der Jahre 2013-2015 identifizieren, wo Erfinderinnen und Erfinder aus den USA und einem weiteren Land gemeinsam genannt sind. Im Fall von Deutschland sind

Abbildung 11: Anzahl internationaler Ko-Patente auf der transnationalen Ebene, 2013-2015



Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

es zehn, ebenso wie in Vereinigtes Königreich und in Frankreich waren es neun. Im asiatisch-pazifischen Raum lassen sich nur vereinzelt internationale Ko-Patente identifizieren.

In den betrachteten asiatisch-pazifischen Ländern finden sich einige Großunternehmen unter den Anmeldern mit den meisten Patenten, so zum Beispiel Samsung, LG, Xiamen oder auch Stanley Electric, Toshiba und Konica. Teilweise mit ähnlichen Absolutzahlen warten jedoch auch Forschungseinrichtungen auf, was erneut die Grundlagen- oder Wissenschaftsbasierte Ausrichtung der Quantenforschung unterstreicht. Zu den größten akademischen Anmeldern in dem Bereich gehört Astar aus Singapur sowie die Universität in Shenzhen und die Nanyang Universität, ebenfalls in Singapur. Betrachtet man nur die akademischen Anmelder am chinesischen Patentamt CNIPA, dann treten neben der chinesischen Akademie der Wissenschaften die Universitäten in Jilin und Nanjing (Southeast University) in Erscheinung.

Tabelle 06: Top 5 akademische Patentanmelder transnationale (links) und am chinesischen Patentamt (rechts) in der APRA in der Quantenforschung, 2013-2015

Transnational	Chinesisches Amt (CNIPA)
ASTAR (Agency for Science Technology and Research), SG	Chinese Academy of Sciences
Shenzhen University, CN	Jilin University
Nanyang Technological University, SG	Southeast University
KAIST (Korea Advanced Institute of Science and Technology), KR	Peking University
Seoul National University, KR	South China Normal University

Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

## Forschungs- und innovationspolitische Schwerpunkte in ausgewählten APRA-Ländern

### Japan

Japan gehört bei der Digitalisierung und Quantenforschung zu den innovativen Vorreitern. Die Grundlagenforschung auf diesem Gebiet ist in Japan stark ausgeprägt, und die Quantenforschung nimmt im Fünf-Jahres-Basisplan für Wissenschaft und Technologie einen zentralen Stellenwert ein. So stellt die japanische Regierung beispielsweise mit Beginn des Fiskaljahres 2018 für die nächsten zehn Jahre ein zusätzliches Budget von 30 Milliarden Yen (227 Millionen Euro) für FuE in diesem Bereich zur Verfügung. Im Council for Science Technology and Innovation (CSTI) – das zentrale Beratungsgremium unter der Führung von Premierminister Abe, das die Wissenschafts- und Innovationspolitik des Landes vorgibt und aktiv koordiniert – wurde 2016 das sogenannte „Quantum Science and Technology Committee“ eingerichtet. CSTI legte im August 2017 ein Strategiepapier zur Förderung der folgenden drei Schwer-

punktbereiche vor: 1. Quantum Computer, Quantum Simulator, Software, 2. Quantum Metrology and Sensing, 3. Quantum Communication. Im März 2018 startete das japanische Bildungsministerium dann das „Quantum Leap Flagship Program“ (MEXT Q-LEAP), um insbesondere auch „Quantum Research Network Hubs“ zu fördern. Dabei wird besonders die Kooperation mit Partnern aus Europa gesucht und verstärkt gemeinsame Ausschreibungen zur Förderung von Forschungsk Kooperationen veröffentlicht. Japanische Technologieführer wie Hitachi, NEC, Fujitsu, und NTT – die bei Patentanmeldungen auch im Bereich der Quantentechnologie weltweit Spitzenplätze einnehmen – sowie Universitäten und Forschungsinstitute des Landes haben ihre Forschungsaktivitäten intensiviert. NTT entwickelte im November 2017 Japans ersten Quantencomputer als Prototypen. Im Bereich der „Quantum Computing Technology“ praktizieren japanische Universitäten und Forschungsinstitute gegenüber Wissenschaftlern und Studenten aus China eine Abschottungsstrategie. So akzeptieren beispielsweise die großen japanischen Forschungslabore in diesem Bereich keine chinesischen Studenten, um so den Vorsprung in der Grundlagenforschung zu erhalten (Interviews in Tokyo im Oktober 2018).

### China

Die Quantenforschung zählt in China zu den Forschungsthemen, die von der Zentralregierung als Querschnittstechnologie eine hohe Priorität in der Mittelzuweisung erhält. Die Bedeutung dieser Forschung, vor allem mit dem Schwerpunkt Quantenrechner und Quantenkommunikation, wird sowohl im 13. Fünfjahresplan (2016-2020) der chinesischen Regierung als auch in der Planung zur verstärkten Grundlagenforschung (Januar 2018) hervorgehoben. Besonders herausragende Ergebnisse hat dabei das Team des „Hefei National Laboratory for Physical Sciences at the Microscale“ um den Wissenschaftler

Pan Jianwei erzielt, welches bereits mehrere nationale und internationale Auszeichnungen erhalten hat. Auch das Harbin Institute of Technology ist im Kontext der Quantenforschung zu erwähnen, das u.a. 2016 den ersten Quantensatelliten bereitgestellt hat. Die großangelegten Infrastrukturprojekte im Rahmen der Comprehensive National Science Center, die den Bau zusätzlicher Teilchenbeschleuniger beinhalten, zeigen ebenfalls das Bestreben der chinesischen Regierung, eine führende Rolle in der Quantenforschung einzunehmen. Auch das ambitionierte chinesische Projekt der Errichtung eines Nachfolgers des LHC spiegelt diese Tendenz wider. Unter dem Projektnamen Circular Electron Positron Collider (CEPC) ist der Bau dieser Einrichtung innerhalb der nächsten Dekade im Norden von Peking geplant. Das geschätzte Projektvolumen beläuft sich auf ungefähr sechs Milliarden USD.

Im Hinblick auf die angewandte Forschung und Übertragung von wissenschaftlichen Ergebnissen in die Wirtschaft hat die chinesische Regierung und Forschungselite die Künstliche Intelligenz als wegweisende Zukunftstechnologie erkannt. Im Sommer 2017 veröffentlichte der Staatsrat das Policy-Paper „Eine neue Generation der Entwicklung von Künstlicher Intelligenz“, in dem das Ziel genannt wird, zu einem führenden Akteur in diesem Feld aufzusteigen. Zu Beginn des Jahres 2018 wurde ein von führenden Institutionen (neun Universitäten und 21 Unternehmen) verfasstes „Weißbuch zur Künstlichen Intelligenz“ veröffentlicht. Dieses fordert eine verstärkte Zusammenarbeit zwischen Forschung und Wirtschaft und weist auf mögliche Probleme hin, die durch eine fehlende Standardisierung und ungenügende internationale Abstimmung hervorgerufen werden könnten.

## Zusammenfassung

Insgesamt beschränkt sich das Thema Quantenforschung / Quantentechnologien derzeit noch auf die wissenschaftlich-akademische Auseinandersetzung mit Grundlagen und einigen ersten Anwendungsbereichen. Diese werden im Bereich der Konsumelektronik oder der Energieerzeugung gesehen. Die wissenschaftlichen Kooperationen sind weltweit intensiv ausgeprägt, was bei Grundlagenforschung kein überraschendes Ergebnis ist, in seiner Intensität im Fall der Quantenforschung aber durchaus erwähnenswert ist. Zahlreiche Länder haben Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Quanten entwickelt und publizieren ihre Ergebnisse in internationalen Zeitschriften. Deutschland erscheint dabei als Partner weltweit und auch in die asiatisch-pazifische Region hinein gut vernetzt.

Patente werden derzeit auf der transnationalen Ebene nur wenige angemeldet, da es noch keine Produkte gibt und somit auch keine Umsätze auf internationalen Märkten erwirtschaftet werden können. Die Patente beschränken sich daher meist auf grundlegende technologische Lösungen, die darauf abzielen, den zukünftigen Handlungsspielraum der beteiligten Akteure aufrechtzuerhalten. Insbesondere einige Großunternehmen aus der Elektronikbranche sowie öffentliche Forschungseinrichtungen sind die größten Patentanmelder, wenngleich noch mit niedrigen Absolutzahlen. In 2015 konnte insbesondere Südkorea die Anmeldezahlen ausweiten und steht seitdem an zweiter Stelle hinter den USA – im Durchschnitt der Periode 2013-2015 war es noch der dritte Platz hinter Japan. Chinesische Anmelder melden etwa zwanzig mal mehr Patente in China als auf der transnationalen Ebene an. Diese Patente zielen jedoch nicht auf internationale Märkte und sind in der Mehrheit vermutlich eher einfache und grundlegende Anmeldungen.

## Medizintechnik

**Der weltweite Markt für Medizintechnik-Produkte hat laut aktueller Marktstudien ein Volumen von 350 Milliarden Euro pro Jahr. Maßgebliche Anteile am Wachstum dieses Marktes hatten zuletzt die asiatischen Länder, allen voran Indien und China. In den aufstrebenden Märkten insgesamt war es vor 2016 auf Grund von Veränderungen der Rahmenbedingungen und Reformen zu einem weniger ausgeprägten Wachstum gekommen. Länder wie China und Japan haben – ähnlich wie einige westliche Länder auch – mit einer starken Überalterung der Gesellschaft umzugehen. Auf Grund hoher Kaufkraft bzw. steigender Kaufkraft im Falle Chinas wird hier eine steigende Nachfrage nach Medizintechnik-Produkten erwartet.**

**In absoluten Zahlen bieten sich Japan, Südkorea und China aus der Gruppe der betrachteten APRA-Länder als Kooperationspartner im Bereich Medizintechnik an. Betrachtet man hingegen die Qualität der wissenschaftlichen Veröffentlichungen und die Intensität (also um die Landesgröße korrigierte Perspektive) der Aktivitäten in der Medizintechnik, dann sind Kooperationen mit Singapur und Australien erstrebenswert.**

### Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der APRA-Länder<sup>22</sup>

Die Medizintechnik ist ein anwendungsnahe Feld, sodass eine Reihe von Disziplinen Überschneidungen haben bzw. Ausgangspunkte für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema bieten. Die Medizintechnik hat Verbindungen zu Gesundheitsforschung / Medizin, Physik, Materialwissenschaften, Elektrotechnik und einige weitere. Sie ist nicht als eigenständige wissenschaftliche Disziplin definiert, sondern vielmehr über ihre Anwendungen. Insofern werden im Folgenden all jene Veröffentlichungen der Medizintechnik zugerechnet, die eine eben solche Anwendung beschreiben, unabhängig welcher wissenschaftlichen Disziplin diese Beiträge zugeordnet werden können. Dies führt aber auch dazu, dass unter Umständen grundlagenorientierte Forschung mit Implikationen oder möglichem Input für die Medizintechnik nicht oder nur dann erfasst werden kann, wenn bereits eine explizite Anwendung genannt wird.

Die weltweiten Veröffentlichungen im Bereich Medizintechnik haben sich in der Datenbank Scopus zwischen 2007 und 2017 etwa verdoppelt auf zuletzt 25.000 Beiträge. Das Feld stellt sich damit deutlich dynamischer dar als der Durchschnitt über alle

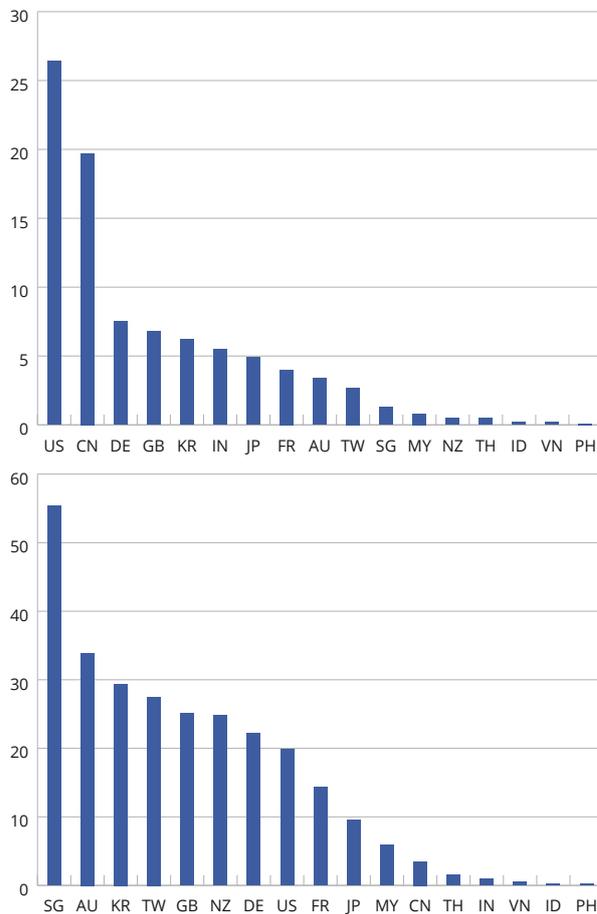
wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in diesem Zeitraum lediglich um ca. 50 Prozent angewachsen sind. Die größten Anteile – wenngleich über die Zeit sinkend – vereinen die Vereinigten Staaten auf sich (26,7 Prozent in 2017). An zweiter Stelle rangiert bereits China mit einem Anteil von knapp 20 Prozent und an dritter Stelle findet sich Deutschland – mit nur leicht höheren Anteile im Vergleich zu Vereinigtes Königreich, Südkorea und Indien. Absolut betrachtet sind somit die USA und China für Deutschland die relevantesten potenziellen Kooperationspartner im Bereich Medizintechnik.

Betrachtet man jedoch die Publikationsintensitäten (Publikationen pro eine Million Einwohner) dann steht unter den hier untersuchten APRA-Ländern und den Vergleichsländern Singapur deutlich an der Spitze vor Australien, Südkorea und Taiwan. Diese bieten sich für Deutschland als Partner in der Region daher ebenfalls an. Ähnliche Niveaus erreichen auch zum Vereinigten Königreich und Neuseeland. Deutschland liegt mit 22,2 Veröffentlichungen pro eine Million Einwohner knapp vor den USA.

Hinsichtlich der internationalen Ko-Publikationen im Bereich der Medizintechnik der untersuchten Länder zeigt sich zunächst das übliche Bild. Kleinere Länder – klein in Bezug auf das Wissenschaftssystem und

<sup>22</sup> Frost&Sullivan (2017): *Global Medical Device Industry Market Snapshot 2017*, S. 20.

Abbildung 12: Anteile der wissenschaftlichen Veröffentlichungen in der Medizintechnik an den weltweiten Veröffentlichungen (oben) und Anzahl an Publikationen pro eine Million Einwohner (unten), 2017, Werte in Prozent



Lesehilfe: Singapurs Anteil an den weltweiten Publikationen in der Medizintechnik liegt lediglich bei 1,3 Prozent (oben). Der Stadtstaat liegt aber bei der um die Landesgröße korrigierten Betrachtung mit 55,4 Publikationen pro eine Million Einwohner deutlich an der Spitze.

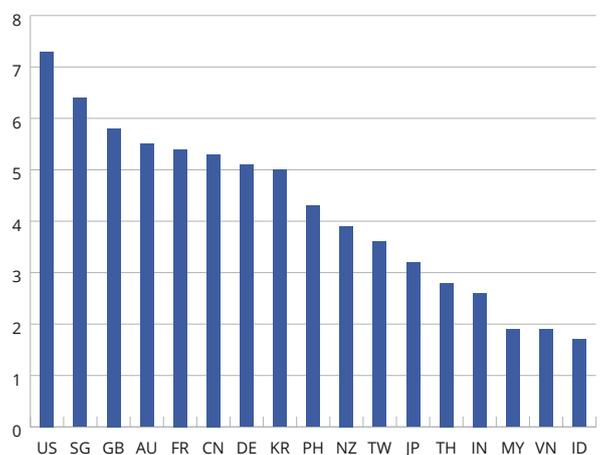
Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

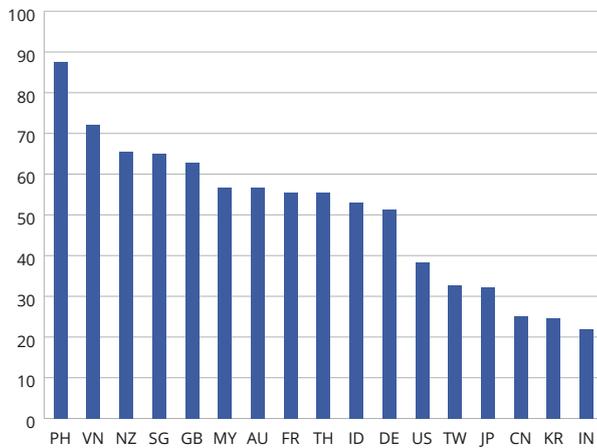
nicht notwendigerweise klein an Einwohnern, wie sich am Beispiel Indonesiens belegen lässt – kooperieren häufiger international als größere Länder. Ebenso kooperieren sich entwickelnde Wissenschaftsnationen stärker international als bereits fortgeschrittene oder etablierte Wissenschaftssysteme. Die Erklärung hierfür ist in erster Linie, dass kleinere Länder national weniger häufig einen Kooperationspartner finden und daher stärker international kooperieren.

Die Philippinen und Vietnam sind im Bereich der Medizintechnik besonders kooperationsintensiv, wenngleich bei eher niedrigen Absolutzahlen von 14 bzw. 31 Veröffentlichungen im Jahr 2017 (siehe Abbildung 13). Niedrige Absolutzahlen finden sich auch im Fall Neuseelands (78 in 2017) und Malaysias (106), die aber ähnlich intensiv international kooperieren wie Australien oder auch Deutschland. Japan, China und Südkorea erreichen hingegen deutlich niedrigere Anteile internationaler Ko-Publikationen als die bisher genannten Länder. Mit Ausnahme von Südkorea und Taiwan ko-publizieren alle untersuchten Länder in der Medizintechnik häufiger als im Durchschnitt über alle Veröffentlichungen des Landes. Dies gilt auch, wenngleich nur leicht ausgeprägt, für Japan und China.

Die bilateralen Ko-Publikationen können jeweils aus der Sicht eines Ausgangslandes oder eines Partnerlandes gesehen werden. Hierzu kann man

Abbildung 13: Durchschnittliche Zitatraten, 2013-2015 (oben) und Anteile internationaler Ko-Publikationen 2017 (nächste Seite) in der Medizintechnik





Lesehilfe: Zitatraten sind die durchschnittliche Anzahl der erhaltenen Zitierungen, die die Veröffentlichungen in einem Drei-Jahres-Zeitfenster ab Publikationsjahr erhalten. Beispiel: Die Veröffentlichungen aus den USA werden in den drei Jahren nach Veröffentlichung im Durchschnitt 7,3-mal zitiert, die aus Indonesien lediglich 1,7-mal.

Ko-Publikationen: 87,5 Prozent aller Veröffentlichungen der Philippinen werden gemeinsam mit einem Partner aus dem Ausland veröffentlicht, in Deutschland sind es 51,2 Prozent und in Indien 21,8 Prozent.

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

die bilateralen Ko-Publikationen in Relation setzen zu den gesamten Ko-Publikationen eines Landes. Während beispielsweise China für Singapur von großer Bedeutung ist – es werden 39 Prozent aller Ko-Publikationen Singapurs gemeinsam mit einem Autor oder einer Autorin aus China veröffentlicht – ist Singapur umgekehrt für China weniger bedeutend. China ko-publiziert bei fast der Hälfte seiner internationalen Ko-Publikationen mit den USA. An zweiter Stelle stehen für China das Vereinigte Königreich, Australien und Japan. Mit Deutschland wird etwas weniger intensiv im Bereich der Medizintechnik ko-publiziert. Hier sind es sechs Prozent.

Wichtige wissenschaftliche Partner für Deutschland im APRA im Bereich der Medizintechnik sind China (sechs Prozent) und Australien (fünf Prozent), deutlich häufiger wird allerdings mit den Benchmark-Ländern USA, Vereinigtes Königreich und Frankreich gemeinsam publiziert. Umgekehrt ist Deutschland für eine ganze Reihe an Ländern im APRA als wissenschaftlicher Partner im Bereich der Medizintechnik lediglich von mittlerer Bedeutung. Zu nennen wären hier Neuseeland, Philippinen und Japan.

Tabelle 07: Heatmap der bilateralen Kooperationen in der Quantenforschung anhand von Ko-Publikationen, 2013-2017

		... für diese Länder																	
		AU	CN	DE	FR	GB	ID	IN	JP	KR	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	US	VN	
Diese Länder sind Partner...	AU		8 %	5 %	6 %	10 %	23 %	6 %	6 %	3 %	13 %	30 %	20 %	12 %	6 %	3 %	6 %	14 %	AU
	CN	17 %		6 %	6 %	10 %	10 %	6 %	22 %	13 %	7 %	6 %	27 %	39 %	8 %	32 %	18 %	8 %	CN
	DE	11 %	6 %		21 %	18 %	6 %	8 %	10 %	6 %	4 %	11 %	11 %	8 %	9 %	5 %	12 %	4 %	DE
	FR	7 %	4 %	13 %		10 %	1 %	5 %	8 %	4 %	4 %	8 %	9 %	3 %	5 %	4 %	7 %	9 %	FR
	GB	22 %	10 %	19 %	19 %		6 %	10 %	11 %	7 %	13 %	27 %	16 %	12 %	14 %	8 %	13 %	5 %	GB
	ID	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %		1 %	1 %	0 %	6 %	2 %	14 %	1 %	5 %	1 %	0 %	3 %	ID
	IN	3 %	2 %	2 %	2 %	3 %	8 %		6 %	8 %	11 %	4 %	25 %	6 %	5 %	8 %	4 %	6 %	IN
	JP	4 %	8 %	4 %	5 %	4 %	20 %	8 %		8 %	11 %	4 %	9 %	5 %	16 %	11 %	5 %	9 %	JP
	KR	2 %	5 %	2 %	3 %	2 %	7 %	12 %	8 %		4 %	4 %	27 %	7 %	10 %	5 %	8 %	22 %	KR
	MY	3 %	1 %	0 %	1 %	1 %	27 %	4 %	3 %	1 %		4 %	20 %	3 %	14 %	2 %	0 %	6 %	MY
	NZ	5 %	0 %	1 %	1 %	2 %	6 %	1 %	1 %	1 %	3 %		7 %	2 %	3 %	1 %	1 %	2 %	NZ
	PH	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %	1 %	0 %	1 %	2 %	1 %		1 %	6 %	1 %	0 %	3 %	PH
	SG	5 %	8 %	2 %	1 %	2 %	13 %	5 %	3 %	4 %	5 %	4 %	18 %		9 %	3 %	2 %	5 %	SG
	TH	1 %	0 %	0 %	0 %	1 %	13 %	1 %	2 %	1 %	7 %	2 %	30 %	2 %		1 %	1 %	8 %	TH
	TW	1 %	6 %	1 %	1 %	1 %	11 %	6 %	6 %	2 %	4 %	1 %	14 %	3 %	4 %		3 %	9 %	TW
	US	32 %	46 %	31 %	30 %	31 %	17 %	35 %	35 %	53 %	12 %	37 %	36 %	26 %	37 %	37 %		23 %	US
	VN	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %	3 %	1 %	1 %	2 %	2 %	1 %	7 %	1 %	4 %	1 %	0 %		
		... für diese Länder																	
		AU	CN	DE	FR	GB	ID	IN	JP	KR	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	US	VN	

Die Farbskalierung variiert zwischen dunkelblau (= niedrige Anteile) über hellblau (= mittlerer Bereich) bis grau (= hohe Anteile). Lesehilfe: Beispiel: Die USA ist für alle Länder ein sehr wichtiger Partner (siehe Zeile „US“), besonders jedoch für Südkorea und China. Umgekehrt sind für die USA (siehe Spalte „US“) als wissenschaftliche Partner besonders China, das Vereinigte Königreich und Deutschland relevant.

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Institutionen aus dem APRA mit den meisten wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Bereich der Medizintechnik sind die Universität der Chinesischen Akademie der Wissenschaften und die beiden Universitäten Peking und Tsinghua (siehe Tabelle 08). Bezogen auf die Zitierungen ihrer Veröffentlichungen – dies sind Hinweise auf die Sichtbarkeit, jedoch auch auf die Qualität – sind es das Institute of Chemistry der Chinesischen Akademie der Wissenschaften und das koreanische Institut für chemische Technologie.

Tabelle 08: Top 5 publizierende (links) und zitierte (rechts) Forschungseinrichtungen im APRA in der Medizintechnik

Nach Anzahl der Publikationen	Nach Zitierungen (unter den Top 100 publikationsstärksten Einrichtungen)
University of Chinese Academy of Sciences, China	National Institute for Materials Science, Japan
Peking University, China	Chinese Academy of Sciences - Beijing National Laboratory for Molecular Sciences, China
Tsinghua University, China	Huazhong University of Science and Technology, China
Sungkyunkwan University, Südkorea	Sun Yat-sen University, China
Seoul National University, Südkorea	University of Hong Kong, China

Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

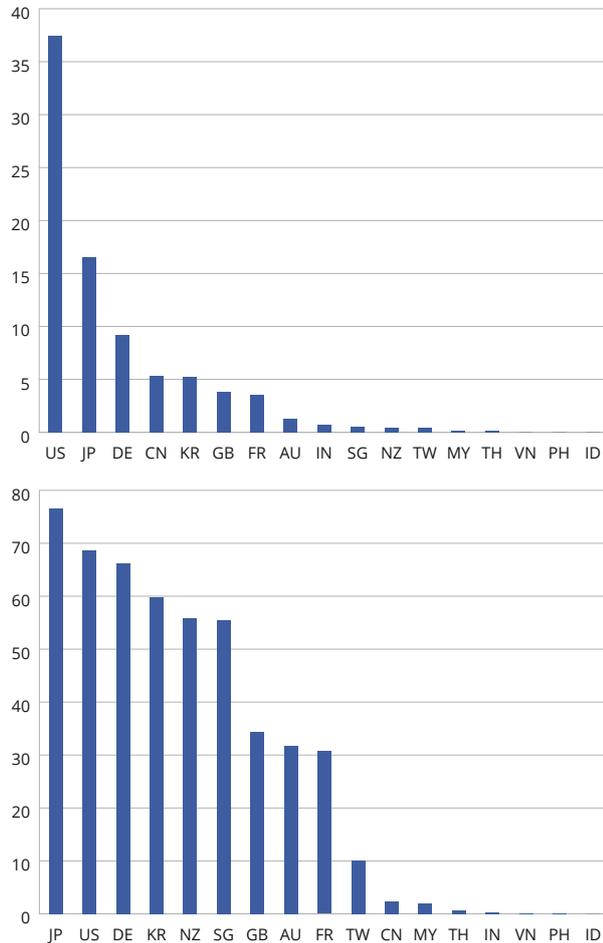
### Die technologische Leistungsfähigkeit der APRA-Länder: Patente

Patente sind ein wichtiger Indikator zur Bewertung der technologischen Leistungsfähigkeit von Volkswirtschaften, da sie nicht einfach nur angemeldet, sondern auch geprüft werden. Patente gelten jedoch immer nur in dem Land, in dem sie auch tatsächlich zum Schutz angemeldet werden. Transnationale Patentanmeldungen zielen dabei auf globale bzw. mehrere Märkte ab. Die Bedeutung des chinesischen Marktes ist auf Grund der Größe und der Dynamik offensichtlich, sodass auch hierauf ein Blick lohnt. Zusätzlich werden an dieser Stelle auch Patentfamilien – das sind Anmeldungen der selben Technologie in verschiedenen Ländern – betrachtet, da man hierdurch einerseits feststellen kann, ob überhaupt relevante Aktivitäten im Bereich Medizintechnik stattfinden. Andererseits zeigen deutliche Relationenunterschiede zu den transnationalen Patenten an, ob eine Ausrichtung auf einen einzigen Auslandsmarkt (oder wenige) besteht.

Die transnationalen Patentanmeldungen in der Medizintechnik werden, bezogen auf die absoluten Zahlen, von den USA dominiert. Rund 37 Prozent aller Patentanmeldungen stammen von Erfindern aus den Vereinigten Staaten (dies entspricht ca. 22.000 Patentanmeldungen in der Summe der Jahre 2013-2015),<sup>23</sup> gefolgt von Japan mit 16,5 Prozent (9.700) und Deutschland mit 9,2 Prozent (5.400). China und Südkorea erreichen bei gut 3.000 Patenten in drei Jahren Anteile von jeweils ca. fünf Prozent.

Bezogen auf die Landesgröße (je eine Million Einwohner) stehen Japan, die USA und Deutschland ebenfalls an der Spitze, gefolgt von Südkorea, Neuseeland und Singapur. In diesen Ländern besteht also ein Schwerpunkt im Hinblick auf Medizintechnik.

Abbildung 14: Anteil der transnationalen Patentanmeldungen (oben) und pro eine Million Einwohner (unten), 2013-2015, Werte in Prozent



Lesehilfe: Transnationale Patente sind auf internationale Märkte ausgerichtete Technologien und sind definiert als Patentfamilien mit mindestens einer EPA- oder PCT-Anmeldungen. Lesebeispiel: Japan liegt bei den Anteilen an den weltweiten Patenten in der Medizintechnik mit 16,5 Prozent (oben) deutlich hinter den USA. Bei der um die Landesgröße korrigierten Betrachtung auf Basis der Anzahl von Patenten liegt Japan mit 76,5 Anmeldungen pro eine Million Einwohner jedoch vor den USA.

Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

<sup>23</sup> Patente werden mit einer Verzögerung von 18 Monaten ab Anmeldung veröffentlicht. Das Jahr 2015 ist daher der derzeit letzte vollständig verfügbare Jahrgang.

### Infobox 05: Der chinesische Markt und weitere nationale Märkte

Am chinesischen Patentamt CNIPA liegt erwartungsgemäß China mit 74 Prozent der Anmeldungen im Bereich Medizintechnik deutlich an der Spitze. Das sind ca. 51.000 Patentanmeldungen in den drei Jahren 2013-2015. Mehr als 40.000 davon werden ausschließlich am nationalen Markt angemeldet. Man kann dabei davon ausgehen, dass diese nicht oder kaum international wettbewerbsfähig sind. Die USA meldeten in diesem Zeitraum 9.300 (13,5 Prozent), Japan 4.300 (6,3 Prozent) und Deutschland 2.900 (4,2 Prozent) aller Patente im Bereich Medizintechnik in China an. Bezogen auf die Landesgröße (pro eine Million Einwohner) liegen zahlreiche Länder auf einem ähnlichen Niveau (USA, China, Deutschland, Japan, Taiwan). Einzig Singapur hebt sich mit 54 Patentanmeldungen am CNIPA pro eine Million Einwohner von den übrigen Ländern ab.

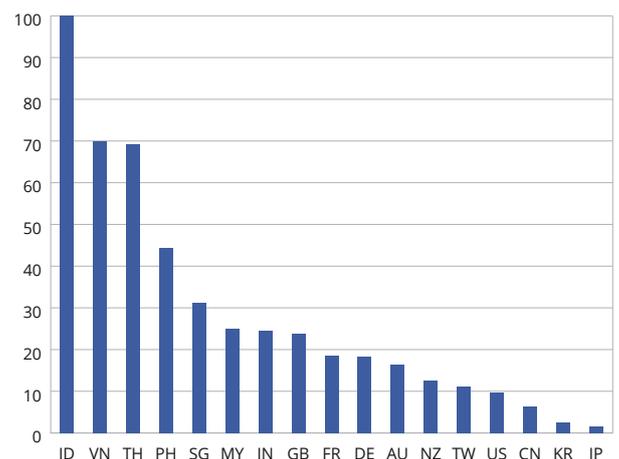
China und Japan kooperieren jeweils bei weniger als zehn Prozent ihrer Medizintechnik-Patente in China mit Erfindern aus anderen Ländern und auch Deutschland hat mit 25 Prozent eher niedrige Werte diesbezüglich, während die USA, das Vereinigte Königreich oder Taiwan Ko-Patent-Anteile von bis zu 50 Prozent erreichen und Singapur sogar in 75 Prozent aller Fälle international kooperiert. Darin spiegeln sich die deutlich höheren Zahlen an Entwicklungseinheiten wider, die gerade die USA in diesem Bereich in China aufgebaut haben. Deutschland betreibt hier offensichtlich weniger FuE vor Ort.

Betrachtet man die Patentfamilien mit mindestens zwei Anmeldungen – dies schließt rein nationale Anmeldungen aus, sodass der Einfluss unterschiedlicher Patentsysteme ein wenig relativiert wird – dann lässt sich daran ablesen, ob überhaupt Aktivitäten in einem Bereich stattfinden. Demnach haben Vietnam, Thailand, Philippinen und auch Malaysia kaum Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, die in der Medizintechnik Patente hervorbringen. Für Deutschland lässt sich an den Patentfamilien eine starke Position in einzelnen Auslandsmärkten – dies ist in erster Linie der US-amerikanische Markt – ablesen.

Bei internationalen Ko-Patenten stehen die Länder Indonesien, Vietnam, Thailand und Philippinen an der Spitze, die jedoch nur sehr geringe Absolutzahlen erreichen, sodass diese Ergebnisse nur wenig belastbar sind. Belastbare Aussagen lassen sich diesbezüglich nur für Singapur treffen, das erneut seine internationale Ausrichtung belegt. Bei knapp einem Drittel der Anmeldungen Singapurs in der Medizintechnik ist mindestens ein ausländischer Erfinder oder eine Erfinderin mit auf dem Patent aufgelistet. Auch Malaysia und Indien erreichen eine ähnliche Kooperationsintensität wie auch das Vereinigte Königreich und – etwas zurückliegend – Frankreich und Deutschland.

Die Kooperationshäufigkeit ist bei Medizintechnik-Patenten – anders als bei wissenschaftlichen Publikationen – bei der Mehrzahl der Länder niedriger als im Durchschnitt aller Patente. Deutschland erweist sich in dieser Hinsicht als international am kooperationsfreudigsten unter allen betrachteten Ländern. Allerdings finden diese Kooperationen in der Mehrzahl nicht mit APRA-Ländern statt, sondern mit Erfindern und Erfindern in den USA.

Abbildung 15: Anteile internationaler Ko-Patente an allen transnationalen Patentanmeldungen eines Landes, 2013-2015



Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 09: Top 5 akademische Patentanmelder transnationale (links) und am chinesischen Patentamt (rechts) im APRA in der Medizintechnik, 2013-2015

Transnational	Chinesisches Amt (CNIPA)
Yonsei University, KR	Chinese Academy of Science
Seoul National University, KR	Shanghai Jiao Tong University
Tohoku University, JP	The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology
ASTAR (Agency for Science Technology and Research), SG	Zhejiang University
Osaka University, JP	Second Military Medical University, PLA
National University of Singapore, SG	Sichuan University

Quelle: EPO - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

## Forschungs- und innovationspolitische Schwerpunkte in ausgewählten APRA-Ländern

### Japan

Die japanische Regierung strebt an, die weltweite Führungsrolle auf dem Gebiet der Medizintechnik zu übernehmen. Abenomics,<sup>24</sup> setzt entsprechende Schwerpunkte bei FuE und damit verbundenen Gesetzesreformen. 2013 wurde im japanischen Kabinett das „Headquarter for Healthcare and Medical Strategy Promotion“ eingerichtet und im fünften Basisplan für Wissenschaft und Technologie, der die strategische wissenschaftspolitische Ausrichtung für 2016-2020 festlegt, wird Medizintechnik als zentrales Gebiet ausgewiesen. Die Gründung der Japan Agency for Medical Research and Development (AMED) im April 2015 (mit etwa 330 Mitarbeitern) ist einer der wegweisenden Schritte. AMED wurde nach dem Vorbild des US-amerikanischen National Institute of Health (NIH) konzipiert, und vereint auf sich das FuE-Budget für Medizin und Medizintechnik, das zuvor auf drei Ministerien verteilt war (das Bildungsministerium MEXT – ca. 48 Prozent des FuE-Budgets in diesem Bereich, das Gesundheitsministerium MHLW – ca. 38 Prozent, und auf das Wirtschaftsministerium METI – ca. 14 Prozent). Damit soll die medizinische (technische) Forschung Japans insgesamt strategischer,

effizienter und effektiver ausgerichtet werden, und insbesondere der Technologietransfer gefördert werden. Das Budget von AMED liegt derzeit bei etwa eine Milliarde Euro (seit der Gründung von AMED wurde es um ca. drei Prozent pro Jahr angehoben). Zudem erhält AMED 35 Prozent des Ministeriums-übergreifenden „Science and Technology Innovation Promotion“ Budgets, und damit ca. 370 Millionen Euro an weiteren FuE-Mitteln. AMED soll auch internationale Kooperationen stark vorantreiben. Zu diesem Zweck hat AMED im Juni 2016 eine Zweigniederlassung in Singapur gegründet und im April 2017 eine weitere in London.

Japan sieht sich als Testmarkt zur Entwicklung von Lösungsmodellen für überalternde Gesellschaften und will als weltweiter Leitmarkt fungieren. Dazu gehört die Zielsetzung, die internationale Spitzenposition im Bereich der Industrieroboter auf den Gesundheitssektor zu übertragen und die weltweite Führungsrolle bei Service- und Pflegerobotern zu übernehmen. Zudem setzt die japanische Regierung stark auf die Verbindung von medizinischer Ausrüstung mit künstlicher Intelligenz (KI) in den Bereichen der Analyse, Diagnose und Operation, um dadurch fehlendes Personal zu kompensieren. Für die entsprechende Nutzung von KI im Medizintechnik-Bereich sollen bis Anfang 2019 notwendige Vorschriften und Regularien eingeführt werden (so hat die japanische Regierung beispielsweise vor Kurzem die Nutzung von Smartphones für telemedizinische Zwecke zugelassen). Auf dieser Basis sind bis 2022 zehn Modellkrankenhäuser in Japan geplant.

### China

Im o.g. Themenbereich setzt China in der Forschung vor allem auf medizinische Biotechnologie. So umfasst der 13. Fünfjahresplan für den Zeitraum 2016 bis 2020 insgesamt 135 Wissenschaftsprojekte mit Bezug zur medizinischen Biotechnologie. Der Fokus dieser Projekte liegt vor allem auf Hirnforschung, medizinischer Robotik, Genforschung sowie wissenschaftlichen Anwendungen und Big Data-Lösungen. Der Zwang, kostengünstige Produkte der Medizintechnik im Rahmen der öffentlichen Gesundheits-

<sup>24</sup> Abenomics bezeichnet die Wirtschaftspolitik unter Premierminister Shinzo Abe, die im Wesentlichen auf Strukturreformen und Investitionsanreize setzte.

versorgung bereitzustellen, hat die staatliche Innovationsförderung in diesem Bereich schnell erhöht. China strebt eine schrittweise Importsubstitution ausländischer durch einheimische medizintechnische Produkte an. Vor allem im High-End Bereich will China unabhängiger vom Ausland werden. Im Rahmen des „Made in China 2025“-Programms ist geplant, bis 2030 rund 95 Prozent der Geräte im gehobenen und High-End Bereich aus der heimischen Produktion zu beziehen. Die Politik zeigt in einigen Feldern bereits Erfolg. So ist der Importanteil von orthopädischen Implantaten von 80 auf 50 Prozent gesunken. Auch durch regionale Vorgaben auf der Provinzebene für staatliche Krankenhäuser ist die chinesische Regierung in der Lage, vor allem lokale Akteure und Unternehmer zu fördern, indem sie diese beim Erwerb neuer Gerätschaften priorisieren. Durch die politische Unterstützung sind chinesische Unternehmen somit in der Lage, mit ausländischen Anbietern zu konkurrieren. Trotzdem führte China im ersten Quartal 2018 rund 21 Prozent mehr Produkte der Medizintechnik ein als im Vergleichszeitraum 2017. Deutschland hat dabei hinter den USA und neben Japan einen bedeutenden Anteil an den chinesischen Importen.<sup>25</sup> Die Politik setzt auf E-Health-Systeme, Robotik, die Entwicklung eigener Technologien und den Kauf ausländischer Technologieunternehmen (z. B. Robotikhersteller Kuka).

### *Südkorea*

In Südkorea ist ebenfalls ein Aufwärtstrend in der Medizintechnik zu erkennen. Durch die von Präsident Moon Jae-in geplante Reform des Gesundheitssektors und einer Ausweitung der Leistungen der Krankenkassen wird auch Südkorea in Zukunft einen starken Zuwachs in der Medizintechnik verzeichnen können. Durch die Reformen, die bis 2020 mit ca. 26 Milliarden USD von staatlicher Seite aus unterstützt werden, sollen 3.800 neue Behandlungsarten wie beispielsweise Magnetresonanztomographien, in

staatliche Versicherungsleistungen aufgenommen werden. Dies verspricht somit in den kommenden Jahren eine höhere Nachfrage auch im Bereich der High-End Medizintechnik.<sup>26</sup>

### *Singapur*

Singapurs Regierung versucht mit einem großangelegten Ausbau öffentlicher Krankenhäuser mit der wachsenden Nachfrage in den kommenden Jahren schrittzuhalten. Die Medizintechnikbranche konnte bereits im Jahr 2017 um 16,7 Prozent wachsen, nachdem sie im Jahr 2016 um zehn Prozent zugenommen hatte. Die in Singapur ansässige Elektroindustrie und Hersteller von Präzisionsmaschinen profitieren von Synergieeffekten, die Medizintechnikfirmen, zu einem verstärkten Fokus auf FuE motiviert. Als regionaler Hub sind in Singapur die zehn wichtigsten globalen Medizintechnikfirmen ansässig, die ebenfalls auf FuE setzen.<sup>27</sup>

## **Zusammenfassung**

Insgesamt bieten sich im APRA als Kooperationspartner im Bereich Medizintechnik die großen Länder Japan, Südkorea und China an, wobei Chinas wissenschaftliche Leistungsfähigkeit angestiegen ist, die technologische Leistungsfähigkeit jedoch noch zurückbleibt. Die Attraktivität des chinesischen Marktes gerade für ein anwendungs- und technologie-basiertes Feld wie die Medizintechnik machen chinesische Partner zur Erleichterung sowohl des Marktzugangs als auch zur Erlangung spezifischen Wissens zusätzlich attraktiv. Wissenschaftlich-technologische Kooperationen mit dem Ziel der Markterschließung sind nicht nur in China, sondern auf Grund des starken Wachstums in den letzten und erwartbar auch in den kommenden Jahren auch mit Indien sinnvoll. Auf Basis der Qualität und der Intensität der Aktivitäten in diesem Bereich sind Kooperationen mit Singapur und Australien erstrebenswert.

<sup>25</sup> GTAI (2018a): Branche kompakt: China will bei Medizintechnik im High-End-Segment aufholen.  
Online: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Branchen/Branche-kompakt/branche-kompakt-medizintechnik,t=branche-kompakt-china-will-bei-medizintechnik-im-highendsegment-aufholen,did=1956276.html>

<sup>26</sup> GTAI (2017): Branche kompakt: Sehr gute Aussichten für Medizintechnik in Südkorea.  
Online: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Branchen/Branche-kompakt/branche-kompakt-medizintechnik,t=branche-kompakt-sehr-gute-aussichten-fuer-den-medizintechnikmarkt-in-suedkorea,did=1799474.html>

<sup>27</sup> GTAI (2018b): Branche kompakt: Singapurs Markt für Medizintechnik wächst zweistellig.  
Online: <https://www.gtai.de/GTAI/Navigation/DE/Trade/Maerkte/Branchen/Branche-kompakt/branche-kompakt-medizintechnik,t=branche-kompakt-singapurs-markt-fuer-medizintechnik-waechst-zweistellig,did=2169810.html>

## Talentmobilität

Die Anwerbung ausländischer Talente in Form von internationalen Wissenschaftlern und Studierenden stellt einen wichtigen Input-Faktor im Innovationsprozess dar. Die Industrieländer stehen dabei im gegenseitigen Wettbewerb, zunehmend auch mit anderen Ländern im APRA-Raum. Deutschland muss sich vor allem gegen die angelsächsischen Länder USA, Vereinigtes Königreich, Australien und Kanada behaupten.<sup>28</sup> Deutschland stellt für Wissenschaftler und auch Studierende aus dem APRA-Raum ein attraktives Zielland dar, wird sich aber mittelfristig nicht nur mit der Konkurrenz der englischsprachigen Benchmark-Länder, sondern auch mit der Konkurrenz starker APRA-Länder auseinandersetzen müssen. Besonders die Zahlen chinesischer und indischer Studierender nach Deutschland nehmen stark zu.

Sofern sie nur vorübergehend ist und nicht zur Abwanderung führt, ist auch die *Outbound*-Mobilität von einheimischen Wissenschaftlern und Studierenden von Nutzen, da hierdurch Wissen aus dem Ausland ins Heimatland transferiert werden kann und internationale Netzwerke geschaffen werden. Insgesamt nimmt der APRA-Raum bisher nur einen geringen Teil der mobilen deutschen Studierenden auf, wobei der Schwerpunkt auf Australien, China, Japan und Neuseeland liegt.<sup>29</sup>

### Talentmobilität zwischen ausgewählten APRA-Ländern und Deutschland

#### Japan

Japanische Universitäten und Forscher gehören zur internationalen Weltspitze (u.a. Anzahl Nobelpreise, Shanghai- und Times Higher Education-Ranking). Deutschland ist neben den USA, China, Südkorea und dem Vereinigten Königreich ein wichtiges Zielland für japanische Wissenschaftler (5,7 Prozent der mobilen japanischen Wissenschaftler), für deutsche Wissenschaftler spielt Japan bislang jedoch nur eine untergeordnete Rolle (Zielland für 2,0 Prozent der mobilen

deutschen Wissenschaftler, Platz 15).<sup>30</sup> Ähnlich niedrige Zahlen finden sich auch für die anderen Benchmark-Länder;<sup>31</sup> als Ursache hierfür wie auch für die generelle Stagnation der Anzahl längerfristig in Japan verweilender Forscher<sup>32</sup> werden u.a. Sprachbarrieren und kulturelle Faktoren angeführt.<sup>33</sup> Angesichts der Förderung des internationalen Austauschs auch durch die japanische Regierung und der Zahl der Stellen, die durch das aktuelle *Top Global Universities Project* neu an japanischen Hochschulen geschaffen werden, wird hier eine wichtige Gelegenheit für die internationale Zusammenarbeit nur unzureichend genutzt.

<sup>28</sup> Anmerkung zur Methodik: Die Analyse zur Talentmobilität stützen sich auf UNESCO- und OECD-Daten, wobei wenn nötig auf Daten nationaler Erhebungsorganisationen (Japan: MEXT und JASSO, China: MoE, Korea: NIIE) zurückgegriffen wird. Die Analyse wurde durch Informationen des DAAD-Außennetzwerks, die Auswertung von Studien und Statistiken sowie Expertengespräche ergänzt. Daten zur Wissenschaftlermobilität basieren auf einer bibliometrischen Analyse von Mobilitätsströmen im Zeitraum 2006-2016. Daten zur Studierendenmobilität geben die aktuellsten, der UNESCO gemeldeten Zahlen wieder; diese beziehen sich vorwiegend auf das akademische Jahr 2015-16, werden aber im Fall eines Fehlens durch Zahlen aus den Vorjahren ergänzt.

<sup>29</sup> Der Begriff *Outbound*-Mobilität bezieht sich auf die auf das Ausland gerichtete Mobilität einheimischer Wissenschaftler bzw. Studierender; umgekehrt beschreibt der Begriff *Inbound*-Mobilität die Mobilität ausländischer Wissenschaftler bzw. Studierender ins Inland.

<sup>30</sup> OECD, DAAD-Berechnungen.

<sup>31</sup> Japan liegt für britische Forscher auf Platz 16 der Zielländer, für Frankreich auf Platz 14 und für Kanada auf Platz 10. Wissenschaftlermobilitäten aus den USA nach Japan liegen auf Platz 6, hier ist jedoch davon auszugehen, dass es sich, wie im Falle Chinas oder Indiens, zu einem Großteil um japanische Jungwissenschaftler mit Abschlüssen an amerikanischen Universitäten handelt.

<sup>32</sup> MEXT (2017): *Kokusai kenkyu koryu no gaikyo (Heisei 27-nendo) [Allgemeiner Stand des internationalen Forschungsaustauschs, Jahrgang 2015]*. Zugriff am 26.10.2018. Online: [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/kagaku/kokusai/kouryu/1383915.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/kokusai/kouryu/1383915.htm).

<sup>33</sup> Vgl. Morita, L.; Halsall, J. (2017): Why Japan isn't more attractive to highly-skilled migrants. *Cogent Social Sciences*, 3 (1), 175. Online: <https://doi.org/10.1080/23311886.2017.1306952>.

Tabelle 10: Herkunftsländer von Bildungsausländern in Deutschland, Auswahl, 2017

Herkunftsländer		
Land	Anzahl	Anteil
1. China	34,997	13.2%
2. Indien	15,308	5.8%
3. Russland	11,295	4.3%
4. Österreich	10,575	4.0%
7. Frankreich	7,335	2.8%
13. USA	5,839	2.2%
14. Südkorea	5,575	2.1%
18. Indonesien	4,669	1.8%
22. Vietnam	4,113	1.5%
33. Vereinigtes Königreich	2,048	0.8%
34. Japan	2,036	0.8%
45. Malaysia	1,228	0.5%
58. Thailand	848	0.3%
66. Australien	733	0.3%
87. Singapur	345	0.1%
95. Philippinen	245	0.1%
109. Neuseeland	147	0.1%
113. Hongkong	115	< 0.1%
168. Macau	4	< 0.1%
<b>Gesamt</b>	<b>265,484</b>	

Quelle: UNESCO (hellblau: APRA-Länder)

Das Ungleichgewicht spiegelt sich in der Studierendemobilität wider. Für japanische Studierende ist Deutschland nach den USA und dem Vereinigten Königreich, und knapp vor Australien dritt wichtigstes Zielland, wobei der Anteil in den Geistes- und Sozialwissenschaften vergleichsweise hoch, in den Naturwissenschaften dagegen geringer ist.<sup>34</sup> Von allen Bildungsausländern in Deutschland stammen etwa 0,8 Prozent aus Japan (Platz 34) (s. Tabelle 11). Andererseits gehen nur 0,5 Prozent der deutschen Studierenden nach Japan (23. Platz), trotz vielfältiger Fördermöglichkeiten auf deutscher wie auch japanischer Seite (Tabelle 11).

## China

Deutschland ist das sechs wichtigste Zielland für chinesische Wissenschaftler (4,2 Prozent der mobilen chinesischen Wissenschaftler), hinter den USA, Japan, dem Vereinigten Königreich und Kanada. Aber auch deutsche Wissenschaftler nutzen verstärkt die Gelegenheit, in der Volksrepublik zu arbeiten (3,5 Prozent aller mobilen deutschen Wissenschaftler), die nach den USA (26,5 Prozent) das wichtigste außereuropäische Zielland ist.<sup>35</sup> Auf chinesischer Seite erfolgt die Förderung u.a. durch die Chinese Government Scholarships und das „10.000 Talente“-Programm,

Tabelle 11: Zielländer deutscher Studierender, Auswahl, 2016

Herkunftsländer		
Land	Anzahl	Anteil
1. Österreich	27,828	21.9%
2. Niederlande	23,579	18.6%
3. Vereinigtes Königreich	12,963	10.2%
4. Schweiz	11,495	9.1%
5. China *	7,814	6.2%
6. USA	7,215	5.7%
7. Frankreich	6,338	5.0%
12. Australien	1,481	1.2%
15. Kanada	1,188	0.9%
23. Japan	622	0.5%
28. Neuseeland	532	0.4%
36. Thailand	180	0.1%
43. Südkorea	91	0.1%
53. Hongkong	38	< 0.1%
54. Indien	32	< 0.1%
56. Malaysia	25	< 0.1%
64. Indonesien	16	< 0.1%
67. Macau	13	< 0.1%
68. Philippinen	12	< 0.1%
85. Vietnam	3	< 0.1%
<b>Gesamt</b>	<b>127,004</b>	

\* Zahlen zu deutschen Studierenden in China sind aufgrund der unterschiedlichen Berechnung nicht direkt mit den übrigen Zahlen vergleichbar (u.a. ist eine wahrscheinlich hohe Anzahl von Studierenden an Sprachschulen enthalten). In Ermangelung vergleichbarer Daten sind die Zahlen als grober Richtwert aufgeführt.

Quelle: Statistisches Bundesamt, MoE China (hellblau: APRA-Länder)

34 DAAD-Stipendiatenstatistik.

35 Da die Berechnung der Wissenschaftlermobilität auf bibliometrischen Analysen beruht, kann es sich teilweise auch um chinesische Wissenschaftler handeln, die nach ihrem Abschluss und ihrer Erstpublikation in Deutschland nach China zurückgegangen sind.

über das ausländische Wissenschaftler und auch im Ausland ausgebildete chinesische Experten ins Land zurückgeholt werden sollen.

China ist inzwischen zum wichtigsten Herkunftsland von in Deutschland studierenden Bildungsausländern geworden (13,6 Prozent der Bildungsausländer mit Abschlussabsicht, 9,2 Prozent der temporären studienbezogenen Aufenthalte und insg. 13,2 Prozent aller Bildungsausländer) (Tabelle 10), wobei das Interesse an MINT-Studiengängen besonders groß ist. China stellt auch den größten Anteil von in Deutschland abgeschlossenen Promotionen ausländischer Wissenschaftler (15,5 Prozent).<sup>36</sup> Für chinesische Studierende ist ein umfassendes Unterstützungsangebot im Entstehen, u.a. in Form des China-Trainee-programm an deutschen Hochschulen<sup>37</sup>, der Studienbrücke<sup>38</sup> oder spezieller Förderprogramme wie des Panda-Programms der Universität Leipzig<sup>39</sup>. In den letzten Jahren ist in China ein stark zunehmender Trend zu beobachten, bei dem Schüler sich bereits nach der Sekundarstufe für ein Auslandsstudium im Zielland ihrer Wahl entscheiden und von sehr guten höheren Mittelschulen in speziellen Bezahlangeboten darauf vorbereitet werden.<sup>40</sup> Die vergleichsweise strengen Hochschulzugangsvoraussetzungen für chinesische Studienbewerber in Deutschland haben bisher ein hohes Niveau der chinesischen Studierenden gewährleistet, die Notwendigkeit, in China bereits ein Studium aufgenommen zu haben, erschwert aber die direkte Anwerbung von chinesischen Mittelschulabsolventen.

Die Zahl der deutschen Studierenden in China ist von 2014 auf 2015 und von 2016 auf 2017 gesunken (um 8,0 Prozent bzw. 4,1 Prozent); die Zahl von Studierenden, die in China ein Auslandspraktikum machen, ist inzwischen fast bei null. Verantwortlich sind innenpolitische Faktoren, die zunehmend die Bedingungen für ausländische Studierende erschweren. Deutsche Absolventen haben verstärkt Schwierigkeiten bei der Berufsaufnahme in China, und auch deutsch-chinesische Studienprogramme sowie Forschungskoperationen werden behindert.

### Indien

Deutschland ist nach den USA und dem Vereinigten Königreich (zusammen Ziel 70,1 Prozent mobiler indischer Wissenschaftler)<sup>41</sup> drittichtiges Zielland für indische Forscher (6,6 Prozent der mobilen indischen Forscher, siehe Tabelle 12). Umgekehrt ist Indien Zielland für nur 2,5 Prozent der deutschen Wissenschaftler (Platz 14 vor Japan).<sup>42</sup> Die indische Regierung unterstützt die Wissenschaftlermobilität ins Land über die finanziell sehr gut ausgestattete Initiative GIAN (Global Initiative Academic Network). Gleichzeitig ist die Repatriierung indischer Emigranten ein wichtiges Thema; zu diesem Zweck wurde im Jahre 2004 das *Ministry of Overseas Indian Affairs* eingerichtet (seit 2016 ins *Ministry of External Affairs* überführt). Dieser Fokus der indischen Regierung könnte deutschen Versuchen zuwiderlaufen, qualifizierte Nachwuchskräfte aus Indien anzuwerben bzw. nach dem deutschen Abschluss im Land zu halten, um Lücken im Arbeitsmarkt zu schließen.<sup>43</sup>

<sup>36</sup> Cf. DAAD (2018): *Wissenschaft weltweit 2018. Daten und Fakten zur Internationalität von Studium und Forschung in Deutschland*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag GmbH et Co. KG, S. 116.

<sup>37</sup> <https://www.studentenwerke.de/de/content/deutsch-chinesischer-wissenstransfer>

<sup>38</sup> <https://www.goethe.de/ins/cn/de/spr/eng/stu.html>

<sup>39</sup> <https://www.uni-leipzig.de/universitaet/uni-international/internationale-vernetzung/panda.html>

<sup>40</sup> Solche Schüler können die höhere Mittelschule (vergleichbar der dt. gymnasialen Oberstufe) u.a. mit einem International Bakkalaureat (IB), den amerikanischen Advanced Placements (AP) oder den britischen A-Levels abschließen und anschließend direkt ihr Auslandsstudium beginnen, unter Umgehung der gaokao-Prüfungen und eines Studiums im Inland. In wenigen Jahren hat sich in China eine regelrechte Vorbereitungsindustrie für ein Studium im Ausland entwickelt, in der Zehntausende von Mittelschülern ausgebildet werden.

<sup>41</sup> OECD, DAAD-Berechnungen.

<sup>42</sup> Wie im Fall Chinas kann es sich hierbei teilweise um indische Studierende handeln, die während des Studiums in Deutschland erstpubliziert haben und dann ins Heimatland zurückgekehrt sind; allerdings wird eine vergleichsweise hohe Bleibeabsicht beobachtet (vgl. Fußnote 45).

Die indische Studierendenmobilität nach Deutschland wird von Push-Faktoren (Wunsch nach wissenschaftlichem Abschluss in Deutschland) und Pull-Faktoren (Bedarf an qualifizierten indischen Arbeitskräften besonders im technischen Bereich) unterstützt. Indische Studierende bilden die zweitgrößte Gruppe von Bildungsausländern mit Abschlussabsicht in Deutschlands Tabelle 10), 83,2 Prozent sind dabei Studierende in Masterprogrammen, was für den Wissenschaftsstandort Deutschland wichtig ist.<sup>44</sup> Auch bei den Promotionen ausländischer Wissenschaftler liegt Indien auf Platz 2. Bisher haben sich jedoch keine Förderstrukturen herausgebildet, die denen für China vergleichbar wären; stattdessen scheinen viele indische Studienbewerber untereinander und mit in Deutschland ansässigen Landsleuten Informationen und Hilfe über private Netzwerke auszutauschen.<sup>45</sup> Für deutsche Studierende ist Indien als Zielland unbedeutend: Im Berichtsjahr 2015 gingen nur 40 deutsche Studierende nach Indien gegenüber 9.896 indischen Studierenden in Deutschland.

#### *Australien*

Schließlich stellt auch Australien für Deutschland ein wichtiges Partnerland im APRA-Raum dar: 6,1 Prozent australischer Wissenschaftler (Platz 5 hinter den USA, dem Vereinigten Königreich, China und Kanada) haben im Erhebungszeitraum in Deutschland gearbeitet, während 2,7 Prozent deutscher Wissenschaftler in Australien geforscht haben (Platz 12, viertwichtiges außereuropäisches Zielland nach den USA, China

und Kanada). Mit 5,0 Prozent aller australischen Studierenden ist Deutschland viertwichtigstes Zielland für Australien; dies macht allerdings nur 0,8 Prozent der Bildungsausländer in Deutschland aus. Nach China ist Australien das beliebteste Zielland für deutsche Studierende im APRA-Raum (1,2 Prozent aller deutschen Studierenden im Ausland).

#### *Andere APRA-Länder*

Die Mobilitätsströme von Wissenschaftlern aus bzw. in die anderen APRA-Länder sind zahlenmäßig unbedeutend, ähnliches gilt für die deutsche Studierendenmobilität in die anderen APRA-Länder. Hinsichtlich der *Inbound*-Mobilität nach Deutschland spielen Südkorea, Indonesien und Vietnam eine moderate Rolle (5,2 Prozent, 2,5 Prozent bzw. 2,3 Prozent der *Inbound*-Mobilität nach Deutschland).

### **Mobilität innerhalb des APRA-Raums**

Im APRA-Raum lässt sich neben der zunehmenden regionalen Mobilität und Vernetzung der Länder auch die Herausbildung von regionalen Bildungsknotenpunkten (*education hubs*) beobachten.

#### *Wissenschaftlermobilität*

Der Stellenwert des APRA-Raums und der einzelnen APRA-Länder variiert bei der Wissenschaftlermobilität von Land zu Land; während der APRA-Raum Ziel von 32,2 Prozent japanischer und 32,3 Prozent koreanischer Wissenschaftler ist, spielt er nur für

<sup>43</sup> Cf. Bertelsmann-Stiftung (2016): *Innovationsstandort Indien: Deutschland nutzt Potenzial noch zu wenig*. Zugriff am 30.10.2018.

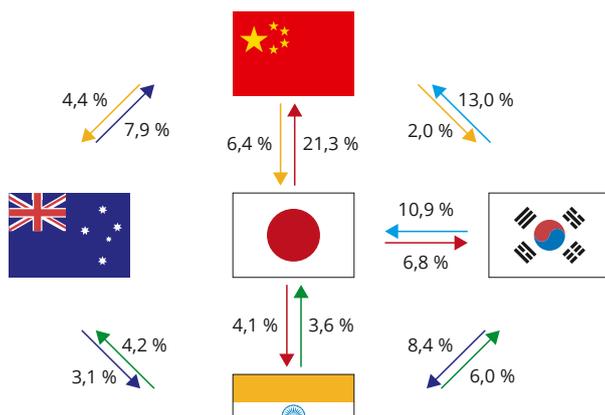
Online: <https://www.bertelsmann-stiftung.de/de/themen/aktuelle-meldungen/2016/september/innovationsstandort-indien-deutschland-nutzt-potenzial-noch-zu-wenig/>.

<sup>44</sup> Qualitative Studien stellen bei indischen Studierenden eine vergleichsweise hohe Bleibeabsicht fest. Jayadeva (2018): *Engineering Mobility: The aspirations and infrastructures driving student migration from India to Germany at the Master's level*, Bonn.

<sup>45</sup> Jayadeva (2018): *Engineering Mobility: The aspirations and infrastructures driving student migration from India to Germany at the Master's level*, Bonn.

12,8 Prozent chinesischer bzw. 13,9 Prozent indischer Wissenschaftler eine Rolle. Zusätzliche 19,2 Prozent der festlands-chinesischen Mobilität entfallen allerdings auf die Sonderverwaltungszone Hongkong und auf Taiwan.

Abbildung 16: Wissenschaftlermobilität in der APRA-Region, 2006-2016



Quelle: OECD, DAAD-Berechnungen  
Prozentzahlen beziehen sich auf Anteile von ins Ausland gehenden Wissenschaftlern des Landes.

Japan, China und Südkorea sind stark integriert, dies gilt besonders für Japan und Südkorea: 28,1 Prozent aller mobilen japanischen Wissenschaftler gehen nach China oder Südkorea, 23,9 Prozent aller mobilen koreanischen Wissenschaftler gehen nach Japan oder China. Für chinesische Wissenschaftler beträgt der Mobilitätsanteil nach Japan oder Südkorea nur 8,4 Prozent. Vergleichsweise starke Mobilitätsströme bestehen weiterhin zwischen Japan, Südkorea und Indien, und zwischen Australien und China sowie Australien und Indien (Abbildung 16). Auffallend ist das Fehlen signifikanter Mobilitätsströme zwischen den Nachbarn China und Indien.

### Studierendenmobilität

Historisch gesehen ist Asien ein „Exporteur“ mobiler Studierender, die Differenz zwischen Outgoing- und

Incoming-Studierenden sinkt aber aufgrund steigender Mobilitätsströme nach Asien beständig. Eine Vielzahl von APRA-Ländern hat aber inzwischen explizite Mobilitätsziele für die Anwerbung ausländischer Studierender aufgestellt, u.a. China (500.000 Studierende bis 2020), Japan (300.000 Studierende bis 2020), Südkorea (200.000 Studierende bis 2020), Taiwan (150.000 Studierende bis 2020) und Malaysia (250.000 Studierende bis 2025).

Das chinesische *Ministry of Education* gibt die Zahl ausländischer Studierender im Land mit 489.200 an (2017), wodurch das Erreichen des Mobilitätsziels in greifbare Nähe gerückt ist. Der Großteil der ausländischen Studierenden in China kommt aus benachbarten APRA-Ländern (Korea, Thailand, Japan). Auch in Japan wächst die Zahl ausländischer Studierender beständig (267.042 in 2017), Studierenden aus Südostasien kommt dabei eine größere Rolle zu (Vietnam, Nepal, Indonesien). Ob Südkorea und Taiwan ihr ambitioniertes Ziel erreichen, ist fraglich (123.850<sup>46</sup> bzw. 116.416<sup>47</sup> ausländische Studierende in 2017). Malaysia bemüht sich zunehmend, Bildungsknotenpunkt für Studierende aus muslimischen Ländern zu werden.<sup>48</sup>

Australien spielt bei der Studierendenmobilität eine zentrale Rolle, für die meisten Länder der APRA-Region gehört es zu den TOP 3-Zielländern (Platz 1 für Singapur und Indonesien, Platz 2 für China, Indien und Malaysia, Platz 3 für Japan und Korea).

### Bilaterale Mobilität zwischen den Benchmark-Ländern und den APRA-Ländern

Die angelsächsischen Benchmark-Länder USA und Vereinigtes Königreich stellen in Bezug auf die Talentmobilität eine starke Konkurrenz für Deutschland dar. Die USA ist das populärste Zielland für fast alle APRA-Länder bzw. -Regionen (Tabelle 12).<sup>49</sup> Ein Drittel der Wanderbewegungen mobiler Wissenschaftler

<sup>46</sup> Daten des koreanischen National Institute for International Education (NIIED).  
Online: <https://thepienews.com/data/south-korea-record-high-growth-in-intl-student-numbers>.

<sup>47</sup> Daten des taiwanesischen *Ministry of Education*.

<sup>48</sup> Vgl. QS Wow News (2018): Malaysia to become an education hub due to a shift in geopolitical trends. Zugriff am 30.10.2018.  
Online: <https://qsownews.com/malaysia-become-education-hub/>.

<sup>49</sup> Die Ausnahme ist Hongkong: Hier entfallen 88,7% aller gemessenen Outbound-Mobilitäten auf Festlandchina, die anderen 11,3% entfallen auf die USA (Mobilitätsströme, die für den 10-Jahreszeitraum der Auswertung unter 1.000 liegen, werden nicht berücksichtigt.)

nach oder aus den USA findet im Austausch mit dem APRA-Raum statt (Deutschland: nur 10,7 Prozent, Vereinigtes Königreich: 19,6 Prozent, Frankreich 6,7 Prozent); fünf der TOP 10-Länder mit den höchsten Mobilitäten in bzw. aus den USA sind APRA-Länder (China, Indien, Japan, Australien und Südkorea). Bei der Wissenschaftlermobilität nach bzw. aus dem Vereinigten Königreich kommen auf die APRA-Länder ein Anteil von 19,6 Prozent, unter den TOP 20 befinden sich Australien, China, Indien, Neuseeland, Japan und Malaysia. Im Falle Frankreichs ist der Anteil der Mobilitätsströme mit dem APRA-Raum vergleichsweise niedrig (6,7 Prozent), wichtige Partnerländer sind hier China, Australien, Japan und Indien.

Auch bei der Studierendenmobilität stehen die USA, das Vereinigte Königreich und Kanada vorn. Die USA stellen das wichtigste Zielland für viele APRA-Länder dar (Tabelle 12), das Vereinigte Königreich belegt im Durchschnitt aller APRA-Länder den dritten Rang und auch Kanada liegt im Durchschnitt vor Deutschland. Die Popularität Frankreichs als Zielland für Studierende liegt im Durchschnitt unter dem Deutschlands, mit Ausnahme von Vietnam, Malaysia und Thailand.

## Zusammenfassung

Deutschland stellt für Wissenschaftler und auch Studierende aus dem APRA-Raum ein attraktives Zielland dar, wird sich aber mittelfristig nicht nur mit der

Konkurrenz der englischsprachigen Benchmark-Länder, sondern auch mit der Konkurrenz starker APRA-Länder auseinandersetzen müssen. Bei der Wissenschaftlermobilität steht China als populäres Zielland für japanische, südkoreanische und australische Wissenschaftler vor Deutschland, und auch Japan ist als Zielland für chinesische und koreanische Wissenschaftler beliebter als Deutschland. Chancen für den Ausbau der deutschen Vernetzung mit dem APRA-Raum und für die Anwerbung wissenschaftlicher Talente erwachsen aus der zunehmenden Beliebtheit Deutschlands als Zielland für Studierende. Besonders die Zahlen chinesischer und indischer Studierender nach Deutschland nehmen stark zu. Bei indischen Studierenden ist mittelfristig, gefördert durch die Unzulänglichkeit des einheimischen Hochschulsystems sowie durch verbesserte Finanzierungsmöglichkeiten eines Auslandsstudiums, ein starker Anstieg zu erwarten. Im Gegensatz dazu ist der Trend bei der Zunahme chinesischer Studierender leicht rückläufig, wofür unter anderem die steigende Attraktivität des einheimischen chinesischen Hochschulsystems verantwortlich ist. Für Deutschland ist hier der Abbau regulatorischer Hürden empfehlenswert, was die Anpassung an neue chinesische Mobilitätsformen erleichtern würde. Schließlich sind auf deutscher Seite Maßnahmen zu empfehlen, die zu einer Steigerung der bislang sehr geringen Mobilität deutscher Studierender in den APRA-Raum führen können.

Tabelle 12: Popularität Deutschlands und der Benchmark-Länder, Rang bei der Outbound-Mobilität, 2017

Land	Deutschland		USA		Frankreich		UK		Kanada	
	Wiss.	Stud.	Wiss.	Stud.	Wiss.	Stud.	Wiss.	Stud.	Wiss.	Stud.
Australien	5	4	1	1	7	7	2	3	4	5
China	6	8	1	1	10	9	4	3	5	5
Hongkong		16	2	3		34		1		4
Indien	3	7	1	1	8	11	2	4	4	3
Japan	5	3	1	1	6	5	4	2	8	6
Makau				2				3		7
Neuseeland		5	1	2		9	2	3		4
Südkorea		6	1	1		7		4		5
Indonesien		7		2		12		4		11
Malaysia		14		3		13	1	1		12
Philippinen		15		2		16		5		8
Singapur		7		3		11	2	2		5
Thailand		9		1		8		2		12
Vietnam		9		1		4		5		7
Durchschn. Rang	4.8	8.5	1.1	1.7	7.8	11.2	2.4	3.0	5.3	6.7

Quelle: OECD, eigene Berechnungen (blau: populärer als Deutschland / grau: weniger populär als Deutschland; leere Felder zeigen fehlende Daten an).

# Fokus China

## Chinas Neuausrichtung des Wissenschafts-, Technologie- und Innovationssystems

Unter den Ländern des APRA-Raums kommt China eine besondere Bedeutung zu. Nach 40 Jahren der wirtschaftlichen Transformation kann das Land auch in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation beeindruckende Fortschritte aufweisen. Das bisherige Wirtschaftsmodell ist jedoch nicht zukunftsfähig, da es weitgehend auf ausländische Technologie und einen hohen Ressourcenverbrauch setzt. Vor diesem Hintergrund begann die Umstellung auf ein innovationsgetriebenes und nachhaltiges Wachstum und damit verbunden auf ein Upgrading der Industrien durch neue Technologien und Digitalisierung. Langfristige industriepolitische Programme wie das „Made in China 2025“ sowie branchen- und sektorbezogene Programme (z. B. zu Künstlicher Intelligenz) unterstützen die industriepolitische Umsteuerung. Gleichzeitig wird die Entwicklung des Wissenschafts- und Technologiesystems vorange- trieben, um technologisch unabhängiger zu werden.

Seit dem Wechsel der politischen Führung Chinas im Jahr 2012 / 2013 wurden zahlreiche institutionelle Reformen in verschiedenen Bereichen des Wissenschafts- und Innovationssystems eingeleitet. Diese Reformen zielen vor allem auf Effizienzsteigerung und sollen die Umsetzung der industriepolitischen Vorgaben garantieren. Um ein umfassendes Bild der Neuausrichtung des Wissenschafts- und Innovationssystems zu geben, greift dieses Kapitel folgende Fragen auf: Welche politischen Entscheidungen veränderten die Governance-Struktur des Wissenschafts- und Innovationssystems? Welche Maßnahmen und Strategien setzt die politische Führung ein, um ihre Zielvorgaben in Wissenschaft und Technologie zu erreichen? Wie wirkt sich die Reformpolitik auf die Entwicklung der Forschungslandschaft aus und welchen Einfluss hat diese auf die deutsch-chinesische Forschungskooperation? Welche Schwerpunkte lassen sich in der Entwicklung der Forschungsinfrastruktur feststellen und wie trägt diese zur Internationalisierung der chinesischen Forschung bei? Welchen Zugang haben deutsche Technologieakteure in China?

### Chinas Wissenschafts-, Technologie und Innovationspolitik im Wandel

Reformen im Wissenschafts- und Innovationssystem sind eng mit politischen Veränderungen verbunden. In diesem Kontext ist die explizite Führungsrolle der Kommunistischen Partei Chinas (KPCh) bei der Umsetzung der ambitionierten Entwicklungsziele seit 2012 zu nennen. Ein Instrument hierfür ist die Stärkung „Kleiner Führungsgruppen“, deren zentrale Rolle für die zweite Amtsperiode der Xi Jinping / Li Keqiang-Regierung (2019-2023) bestätigt wurde.<sup>50</sup> Der 19. Parteitag der KPCh im Oktober 2017 und die

anschließende Plenartagung Ende Februar 2018 zementierten die Führung der Partei. Der Nationale Volkskongress (NVK) beschloss im März 2018 dazu eine entsprechende Verfassungsänderung. Diese politische Entwicklung hatte Auswirkungen auf die Governance-Struktur des Innovationssystems, in die ebenfalls eine vom Zentralkomitee (ZK) der KPCh neu aufgestellte „Kleine Führungsgruppe“ als neues Steuerungselement integriert wurde. Die im Jahr 2012 gegründete „Führungsgruppe für die Reform des Wissenschafts- und Technologiesystems sowie für den Aufbau des nationalen Innovationssystems“ (国家科技体制改革和创新体系建设领导小组; Guojia

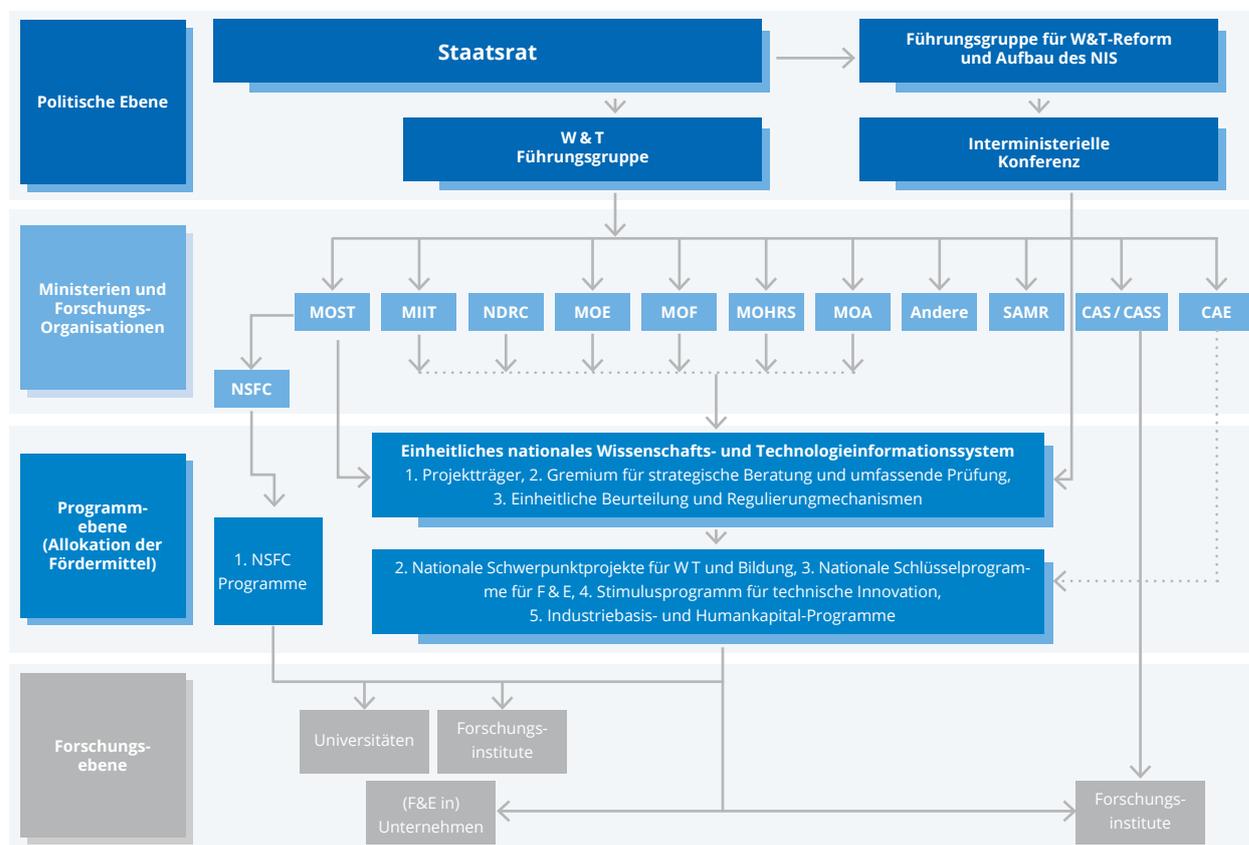
<sup>50</sup> Johnson, C.K.; Kennedy, S. (2017): Xi's Signature Governance Innovation: The Rise of Leading Small Groups. Online: <https://www.csis.org/analysis/xis-signature-governance-innovation-rise-leading-small-groups>.

Keji Tizhi Gaige he Chuangxin Tiixi Jianshe Lingdao Xiaozu; im Folgenden: Führungsgruppe für WT und Bildung-Reform und Aufbau des nationalen Innovationssystems (NIS) drängte unter Leitung von Liu Yandong, Mitglied des Politbüros der KPCh und stellvertretende Ministerpräsidentin, auf umfassende Reformen des W & T-Systems. Die Kritik und Reformvorschläge wurden im Dokument des ZK der KPCh zur „Vertiefung der Reform des Wissenschafts- und Technologiesystems und Beschleunigung des Aufbaus des nationalen Innovationssystems“ von 2012 zusammengefasst.

Die von der KPCh neu aufgestellte Führungsgruppe trat in Ergänzung zu der seit 1998 bestehenden Kleinen Führungsgruppe für Wissenschaft, Technologie und Bildung (国家科技教育领导小组; Guojia Keji Jiaoyu Lingdao Xiaozu, im Folgenden Führungsgruppe für WT & Bildung) unter Leitung von Li Keqiang auf und spiegelt dadurch die Bedeutung wider, die der Entwicklung des Wissenschafts- und Innovationssystems von Seiten der KPCh beigemessen wird.

Die Abbildung 17 zeigt die neue Governance-Struktur im Jahr 2018. Die Führungsgruppe für WT und

Abbildung 17: Die Governance-Struktur des chinesischen Wissenschafts- und Technologiesystems, Ende 2018



Quelle: Eigene Zusammenstellung.  
Abkürzungen:

- NSFC** National Natural Science Foundation of China
- MoST** Ministry of Science and Technology/ Ministerium für Wissenschaft und Technologie
- MIIT** Ministry of Industrie and Information Technology (Ministerium für Industrie und Informationstechnologie)
- NDRC** National Development and Reform Commission (Staatliche Kommission für Entwicklung und Reform)
- NIS** National Innovation System
- MoE** Ministry of Education (Bildungsministerium)
- MoF** Ministry of Finance (Finanzministerium)

- MoHRSS** Ministry of Human Resources and Social Security (Ministerium für Humanressourcen und soziale Sicherheit)
- MoA** Ministry of Agriculture (Landwirtschaftsministerium)
- SAMR** State Administration for Market Regulation (Staatliche Marktregulierungsbehörde)
- CAS** Chinese Academy of Sciences (Chinesische Akademie der Wissenschaften)
- CASS** Chinese Academy of Social Sciences (Chinesische Akademie der Sozialwissenschaften)
- CAE** Chinese Academy of Engineering (Chinesische Akademie der Ingenieurwissenschaften)

Bildung wurde Ende Juli 2018 restrukturiert und umbenannt in W & T-Führungsgruppe (国家科技领导小组; Guojia Keji Lingdao Xiaozu), für den Bildungsbereich wurde eine eigene Führungsgruppe gegründet. Mit dem stellvertretenden Ministerpräsidenten und Mitglied des Politbüros Liu He erhielt diese Führungsgruppe einen der bedeutendsten Vertreter des ZK der KPCh als Vize-Gruppenleiter neben Ministerpräsident Li Keqiang. Insgesamt umfasst die W & T-Führungsgruppe 14 Mitglieder verschiedener Ministerien der Zentralregierung sowie der Zentralen Militärkommission, der Nationalen Entwicklungs- und Reformkommission (NDRC) (vertreten durch den NDRC-Vorsitzenden He Lifeng) und den neuen Minister des Ministeriums für Wissenschaft und Technologie (MoST) Wang Zhigang. Aufgabe der Führungsgruppe ist die Entwicklung und Überprüfung von W & T-Strategien, Plänen und Politikmaßnahmen und die Koordination der Aufgaben zwischen den Ministerien und Abteilungen sowie zwischen der Zentralregierung und den Lokalregierungen.

Demgegenüber hat die vom ZK initiierte Führungsgruppe für W & T-Reform und Aufbau des NIS eine übergeordnete Richtlinienfunktion für alle Reform- und Regulierungsmaßnahmen im Wissenschafts- und Innovationssystem. Die Leitung der aus insgesamt 30 Mitgliedern bestehenden Gruppe hat Liu He übernommen, der als Stellvertreter von Li Keqiang in der W & T-Führungsgruppe ebenfalls eine herausragende Position einnimmt. Diese erstgenannte Führungsgruppe tritt nur ad hoc zusammen. Bis Ende 2018 fanden seit ihrer Gründung im Jahr 2012 sechs Sitzungen statt, die Letzte Anfang September 2018.

Ein weiteres neues Steuerungselement auf der politischen Ebene ist die Interministerielle Konferenz, das wichtigste Koordinierungs- und Entscheidungsgremium der öffentlichen Forschungsförderung. Die im Mai 2015 zu Beginn der dreijährigen Reform des Forschungsförderungssystems gegründete Interministerielle Konferenz ist ein Beispiel des Top-Level-Designs, durch das strukturelle und institutionelle Barrieren innerhalb des Regierungs- und Verwaltungsapparats überwunden und eine effiziente Umsetzung der politischen Ziele erreicht werden soll. Auslöser der Reform war die Kritik, dass trotz hoher

FuE-Ausgaben der wissenschaftliche Output und die Innovationsentwicklung unzureichend geblieben waren und das System hohe Mängel aufwies: Unzureichende Transparenz bei Förderrichtlinien und Vergabekriterien begünstigten die Korruptionsanfälligkeit, zu viele Programme und Institutionen hatten zu einer Überlappung von Anträgen und Fragmentierung der Fördermittel geführt. Für die rund 100 Wissenschafts- und Technologieprogramme sowie -projekte waren vor der Reform mehr als 40 Regierungsabteilungen zuständig.

Die Interministerielle Konferenz setzt sich aus Mitgliedern von 31 Behörden und Institutionen zusammen, die mindestens den Rang eines Vizeministers haben sollen. Der MoST-Minister leitet die Konferenz. Neben MoST sind die NDRC und das Finanzministerium (MoF) auf der Leitungsebene vertreten. Auf der Durchführungsebene befindet sich die Kommission für strategische Beratung und umfassende Bewertung, die Vorschläge für die für die WTI-Entwicklung und Programme macht. Sie wirkt bei der Entwicklung von FuE-Schlüsselprogrammen mit und begutachtet wichtige Projekte. Neben der Kommission gibt es die neu gegründeten Projektträger für das professionelle Management von Forschungsprojekten. Ergänzt wird diese Struktur durch einheitliche Evaluierungs- und Kontrollmechanismen sowie eine neue Verwaltungs- und Informationsplattform. In diese digitale Plattform sind die Förderrichtlinien, Projektausschreibungen, Projektanträge etc. eingespeist und stellen so Transparenz her.

Zentraler Bestandteil der Reform war die Restrukturierung der Förderprogramme in fünf Kategorien. Alle vor der Reform bestehenden Programme, darunter das Nationale FuE-Programm für Schlüsseltechnologien, das 863-Programm für die Entwicklung von Hochtechnologien und das 973-Programm für die technologieorientierte Anwendungsforschung, wurden in die neue Struktur integriert (Tabelle 13). Das neue Verwaltungs- und Informationssystem weist alle fünf Programmkategorien aus; auch die Richtlinien für die neuen W & T-Programme sind im System verfügbar, über das die Beantragung der Projekte erfolgt.

Tabelle 13: Neue Kategorisierung der Forschungsförderungsprogramme in China

Fünf Kategorien	Zuordnung früherer Programme zu den fünf Kategorien
National Natural Science Foundation of China (NSFC) (国家自然科学基金, guojia ziran kexue jijinhui)	NSFC bleibt bestehen; stärkere Betonung interdisziplinärer Forschung
Nationale Schwerpunktprojekte für Wissenschaft und Technologie (国家科技重大专项, guojia keji zhongda zhuanxiang)	Major Science and Technology (S & T) Project bleibt bestehen; stärkere Ergebnisorientierung
Nationales Schlüsselprogramm für FuE (国家重点研发计划, guojia zhongdian yanfa jihua)	Zusammenfassung folgender Programme: National Basic Research Programme (973); National High-tech Research and Development (R&D) Programme (863); National Key Technology R & D Programme, International Science and Technology (S&T) Cooperation Programme; NDRC und Ministerium für Industrie und Informationstechnologie (MIIT): Research Fund for Industrial Technologies Verschiedene Ministerien: Programmes for Research in Public Welfare Industries
Stimulusprogramm für FuE (技术创新引导专项(基金), jishu chuangxin yindao zhuanxiang (jijin))	Zusammenfassung folgender Programme: NDRC und MoF - Venture Capital Fund for Emerging Industries; MoST: Politische Anreizprogramme darunter u.a. der Funken- und der Fackelplan, Technology Transfer and Commercialization MoF, MoST, MIIT, MoFCOM (Handelsministerium MoFCOM): Development Fund for Small- and Medium Enterprises
Industriebasis- und Humankapitalprogramm (基地和人才专项, jidi he rencai zhuanxiang)	Zusammenfassung folgender Programme: MoST: National (Key) Laboratories; National Engineering Research Centers; National S & T Infrastructure Centers NDRC: National Engineering Laboratories, National Engineering Research Centers

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Basis des Reformdokuments des Staatsrats 2014 und der Interministeriellen Konferenz der VR China vom Mai 2015.

Unterhalb der politischen Entscheidungsebene (siehe Abbildung 17) sind Ministerien und Forschungsorganisationen angesiedelt. Das MoST zählt zu den Ministerien, die mit dem Ziel effizientere Regierungsstrukturen zu schaffen, im März 2018 umgestaltet wurden, um sie für die Re-Orientierung auf ein innovationsgetriebenes Wachstum zu stärken. Durch die Zuordnung des „State Administration of Foreign Experts Office“ und der NSFC zum MoST wurde die Position des Ministeriums stark aufgewertet. Die erfolgreiche Anwerbung ausländischer Wissenschaftler und hochqualifiziertem technischen Personal wird für viele Forschungsbereiche auch zukünftig sehr wichtig sein, sodass die Zuordnung dieser Behörde zum MoST als wichtigster Institution im Forschungssystem mit Effizienzgewinnen verbunden sein könnte. Wie sich die Zuordnung der NSFC zum MoST auswirken wird, ist noch nicht absehbar.

#### Strukturelle Veränderungen seit dem NVK 2018

In seiner Antrittsrede Mitte März 2018 wies der neue MoST-Minister Wang Zhigang auf aktuelle Heraus-

forderungen hin: Der Transfer der Forschungsergebnisse aus der Wissenschaft in die Wirtschaft sei unbefriedigend, es fehle an Evaluierungsmechanismen für die Forschung und es bestünden strukturelle Probleme, die den Wissenschaftsbereich für den akademischen Nachwuchs nicht attraktiv genug machten. Wang kündigte gleichzeitig die Ausweitung der Grundlagenforschung sowie der Forschung zur Künstlichen Intelligenz (KI) an, die zur Lösung sozialer Herausforderungen eingesetzt werden soll und die eine vertiefte internationale Zusammenarbeit nötig mache.<sup>51</sup>

Das MoST kann als der Gewinner der Umstrukturierung des Regierungsapparats angesehen werden, bei der die Anzahl der Ministerien reduziert, ihr jeweiliger Einfluss jedoch ausgeweitet werden sollte.<sup>52</sup> Sowohl im Bereich der Forschungsplanung und -förderung als auch in der Evaluierung spielt das Ministerium heute eine Schlüsselrolle.

Neben der Re-Organisation von Ministerien fand auch eine Aufwertung bestimmter administrativer

<sup>51</sup> MoST (2018a): Chuangxin shi yinling fazhan de diyi dongli. Xin ren kejibu buzhang Wang Zhigang da jizhe wen [[Innovation ist die wichtigste Triebfeder der Entwicklung – Interview mit Wang Zhigang, neuer MoST-Minister]. Online: [http://www.most.gov.cn/kjbgz/201803/t20180320\\_138659.htm](http://www.most.gov.cn/kjbgz/201803/t20180320_138659.htm).

<sup>52</sup> Naughton, B. (2018): Xi's System, Xi's Men: After the March 2018 National People's Congress. Online: <https://www.hoover.org/sites/default/files/research/docs/clm56bn.pdf>.

Organe nach der NVK-Sitzung 2018 statt. So kann die Umwandlung des State Intellectual Property Office (SIPO) zur China National Intellectual Property Administration (CNIPA) als Signal dafür gewertet werden, dass dieser Institution beim Übergang von der Phase der Imitation zur Innovation eine bedeutendere Rolle zukommen soll. Die CNIPA erhielt mehr Entscheidungsrechte für eine strengere Aufsicht über die Beachtung geistiger Eigentumsrechte und mehr zentralstaatliche Finanzierung. Sie wurde der Staatlichen Marktregulierungsbehörde (SAMR) unterstellt, die durch die Zusammenlegung der Kompetenzen des Staatlichen Zentralamts für Industrie und Handel, der Behörde für Qualitätsüberwachung, Inspektion und Quarantäne sowie der Behörde für Lebens- und Arzneimittelüberwachung entstanden ist. Von der NDRC hat die SAMR die Wettbewerbsüberwachung und Durchsetzung übernommen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die KPCh die Umsetzung des innovationsorientierten Wachstumsmodells mithilfe zahlreicher Reformen zur Effizienzsteigerung des Wissenschafts- und Innovationssystems vorantreibt. Neben bestehenden Lenkungs- und Kontrollorganisationen wurden hierfür seit 2012 „Kleine Führungsgruppen“ eingerichtet bzw. bestehende neu aufgestellt und die Entscheidungsrechte der Ministerien auf der Ebene der Zentralregierung im Rahmen des „Top-Level-Design“ gestärkt.

#### *Neuaustrichtung und langfristige Ziele*

Die Veränderung der Governance-Struktur geht einher mit der inhaltlichen Neufokussierung der Wissenschafts-, Technologie- und Innovationspolitik und Erweiterung der Steuerungsinstrumente. Im Mittelpunkt der Politik steht die innovationsgetriebene Entwicklungsstrategie, die durch Reformen im W & T-System unterfüttert wird. Basierend auf dem

13. Fünfjahresplan (2016-2020) veröffentlichte die chinesische Regierung ihre langfristigen Planziele, die auch die Periode 2030 bis 2050 einschließt:

- **Im Jahr 2020** will China zu den 15 innovativsten Ländern zählen. Zu diesem Zeitpunkt sollen die Fortschritte in W & T mehr als 60 Prozent zum gesamtwirtschaftlichen Wachstum beitragen und die wissensbasierten Dienstleistungen 20 Prozent am BIP ausmachen. Die FuE-Intensität soll 2020 auf 2,5 Prozent ansteigen. Bis zu diesem Zeitpunkt sollen weitere Verbesserungen in der internationalen Wettbewerbsfähigkeit der Schlüsselindustrien, in der Steigerung der indigenen Innovationskapazität und im Aufbau eines koordinierten und effektiven nationalen Innovationssystems (NIS) erreicht werden. Das NIS soll stärker innovative Kräfte unterstützen, mehr Synergien zwischen Wissenschaft und Wirtschaft herstellen, stärker die geistigen Eigentumsrechte schützen und Unternehmergeist fördern.
- **Im Jahr 2030** will China zu den führenden Innovationsländern gehören. Damit verbunden werden signifikante Steigerungen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und des allgemeinen Entwicklungsniveaus erwartet. Die Erhöhung der FuE-Intensität auf 2,8 Prozent bis 2030 soll es ermöglichen, dass China in vielen strategischen Bereichen eine Führungsrolle spielen kann. Mit der Ausweitung der eigenständigen Innovationskapazitäten soll die globale W & T-Sichtbarkeit Chinas zunehmen. Im Industriesektor wird erwartet, dass sich die Schlüsselindustrien innerhalb der globalen Wertschöpfungsketten noch besser positionieren können. Dafür soll das NIS stärker Synergien zwischen Wissenschaft und Wirtschaft unterstützen und eine Innovationskultur fördern, die auf hohen rechtlichen und moralischen Standards basiert.

- **Bis 2050** will China eine starke globale Führungsposition erreichen und eine Drehscheibe für Wissenschaft und Innovation sein. Die Erreichung dieses langfristigen Ziels soll der Verwirklichung des „chinesischen Traums vom Wiederaufstieg der chinesischen Nation und der Entwicklung einer prosperierenden, demokratischen und harmonischen Nation“ dienen.<sup>53</sup> Wissenschaft, Technologie und Humankapital sollen zu diesem Zeitpunkt die wichtigsten strategischen Ressourcen sein, die eine starke Wirtschaft unterstützen und die nationale Verteidigungskapazität bestimmen. Als internationaler Knotenpunkt für Wissenschaft und Innovation will China attraktiv für die besten Talente und international führenden Wissenschaftler sein sowie eine Gruppe von Forschungsinstituten, Universitäten und innovativen Unternehmen mit Weltniveau aufweisen.

Diese ambitionierte Planung kann als Wegweiser für die Reformen und einzelnen Politikmaßnahmen im W & T-System herangezogen werden. Die Neufokussierung bedeutet, dass China den Zukunftstechnologien und disruptiven Technologien sowie ihren Auswirkungen auf den industriellen Wandel mehr Bedeutung beimisst als zuvor. Dies spiegelt sich beispielsweise in den Megaprojekten zur Quantenkommunikation, Hirnforschung und Künstlicher Intelligenz wider. Es lässt sich auch eine stärkere Orientierung der W & T-Politik an nationalen Entwicklungszielen feststellen, deren Erreichung durch das Top-Level-Design und den Einsatz von Kleinen Führungsgruppen des ZK der KPCh und des Staatsrats garantiert werden soll. Neu ist auch die Betonung der Zusammenhänge zwischen Grundlagenforschung, angewandter Forschung und technologischer Innovation bis hin zum Transfer und zur Kommerzialisierung von Forschungsergebnissen.

Mit dem geplanten Aufstieg als internationale W & T-Drehscheibe ist Chinas Beteiligung an der Setzung internationaler Regeln und Standards und die aktive Gestaltung der internationalen Kooperation wichtiger als zuvor geworden. Mit der Verbesserung der Rahmenbedingungen für W & T sollen nicht nur die eigenen Talente in China gehalten, sondern auch die besten Talente weltweit nach China geholt bzw. zurückgeholt werden.

Um die Ziele zu erreichen, setzt die chinesische Regierung unterschiedliche Strategien und Instrumente ein. Einerseits werden die öffentlichen Forschungsmittel erhöht (siehe Tabelle 14) und es wird andererseits die Effizienz bei der Verwendung der Mittel durch die o.g. Reform des Forschungsförderungssystems verbessert.

Zwischen 2012 und 2017 nahmen Chinas FuE-Ausgaben deutlich zu: um 71 Prozent insgesamt und für Grundlagenforschung um 95 Prozent. In den letzten Jahren stiegen die FuE-Ausgaben um 9 Prozent im Jahr 2015, 11 Prozent im Jahr 2016 und 12,3 Prozent im Jahr 2017. Die Ausgaben in der Grundlagenforschung erhöhten sich 2017 im Vergleich zu 2016 um 18,7 Prozent. Auch die Budgetplanung für die Grundlagenforschung 2018 weist Zuwächse aus: Für die NSFC um rd. fünf Prozent und für das MoST um 11,3 Prozent für das auf Grundlagenforschung ausgerichtete „National Key Research and Development Program“. In der Chinese Academy of Sciences (CAS) wurde das Budget für 2018 für die Grundlagenforschung um rund 5,4 Prozent erhöht.<sup>54</sup> Die höhere Transparenz der Forschungsförderungsprogramme soll Wissenschaftler motivieren und bisherige Probleme wie Korruptionsanfälligkeit vermeiden. Daneben ist die Ausweitung der Grundlagenforschung eine wichtige Entscheidung für die Umsetzung der

<sup>53</sup> Mit dem Motto, den chinesischen Traum vom Wiederaufstieg zu verwirklichen, trat Xi Jinping 2012 als KPCh-Parteisekretär und 2013 als Staatspräsident an.

<sup>54</sup> CAS (2018): Zhongguo kexueyuan 2018 nian bumun yusuan. [Jahreshaushaltsplan der CAS 2018]. Online: <http://www.cas.cn/tz/201804/U020180413590370276713.pdf>; MoST (2018b): Kexue jishubu 2018 niandu bumun yusuan. [Der Jahreshaushaltsplan des MoST 2018]. Online: <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/czyjs/201804/P020180413411369061914.pdf>; NSFC (2018): Guojia ziran kexue jijin weiyuanhui 2018 niandu bumun yusuan. [Jahreshaushaltsplan der NSFC 2018]. Online: [http://www.nsf.gov.cn/Portals/0/fj/fj20180413\\_01.pdf](http://www.nsf.gov.cn/Portals/0/fj/fj20180413_01.pdf).

langfristigen W & T-Ziele. Erste Schritte in Richtung weltweite Spitzenforschung sind in folgenden Feldern vorgesehen: Quantenforschung, Hirnforschung, synthetische Biologie, Weltraumforschung und Tiefseeforschung. Die Förderung der Grundlagenforschung beschränkt sich nicht nur auf eine höhere finanzielle Ausstattung, sondern schließt auch die Verbesserung der Infrastruktur in Form von beispielsweise modernsten (staatlichen) Laboratorien, von gemeinsam von Hochschulen und staatlichen Forschungsinstituten genutzten Großanlagen der Forschung, einer stärkeren Förderung des wissenschaftlichen

Nachwuchses und Post-doc-Wissenschaftler sowie der Rahmenbedingungen für Forschungsaufenthalte ausländischer Wissenschaftler ein.

### Chinas Forschungslandschaft

Die Forschungslandschaft in China lässt sich in drei Kategorien von Forschungseinrichtungen einteilen: öffentliche, universitäre und unternehmerische FuE-Institutionen (Abbildung 18). Die bedeutendsten öffentlichen Einrichtungen sind die großen Forschungsakademien wie die CAS und die Chinese

Tabelle 14: Chinas FuE-Ausgaben, 2012-2017

	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Ausgaben gesamt (Mrd. RMB)	1.030	1.185	1.302	1.417	1.568	1.761
<i>Aufteilung nach Forschungskategorien</i>						
Grundlagenforschung	49,9	55,5	61,4	71,6	82,2	97,6
Angewandte Forschung	116,2	126,9	139,9	152,9	161,1	184,9
Experimentelle Entwicklung	863,8	1.002	1.100	1.193	1.324	1.478
<i>Anteile in Prozent</i>						
Grundlagenforschung	4,8	4,7	4,7	5,1	5,2	5,5
Angewandte Forschung	11,3	10,7	10,7	10,7	10,4	10,5
Experimentelle Entwicklung	83,9	84,6	84,6	84,2	84,4	84
<i>Öffentliche FuE sowie FuE der Unternehmen</i>						
Öffentliche FuE In Mrd. RMB (Prozent)	222,1 (21,6)	250,1 (21,1)	263,6 (20,2)	301,3 (21,3)	314,1 (20)	370,2 (20)
FuE der Unternehmen In Mrd. RMB/Prozent)	762,5 (74)	883,8 (74,6)	981,7 (75,4)	1.058 (74,7)	1.192 (76)	1.366 (77,6)
<i>Anteil der FuE-Ausgaben in Prozent am BIP</i>						
China	1,91	1,99	2,02	2,06	2,11	2,13
Deutschland	2,87	2,82	2,87	2,91	2,92	3,02

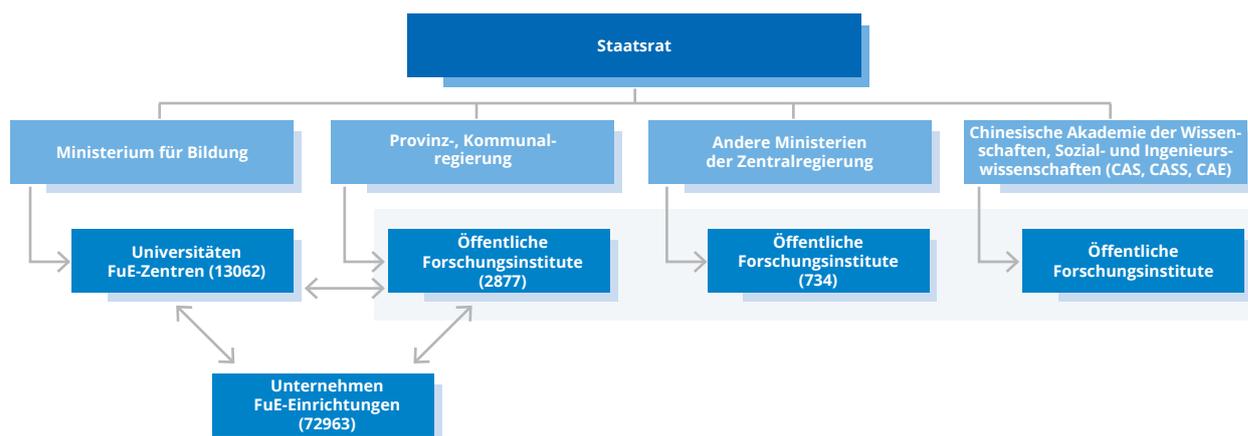
Quelle: China National Bureau of Statistics<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Quellen: China National Bureau of Statistics (CNBS) 2017 und CNBS 2018; De Statista, Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung am Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Deutschland von 2005 bis 2017.  
Online: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/161591/umfrage/anteil-der-ausgaben-fuer-forschung-und-entwicklung-am-bip/>

Academy of Social Sciences (CASS). Auf den lokalen Ebenen haben die Provinzen eigene Forschungsinstitute mit unterschiedlichen Schwerpunkten. Durch den Aufbau von nationalen High-Tech-Entwicklungszonen (国家高新技术开发区; guojia gaoxin jishu kaifaqu) und aktuell auch den sogenannten Eigenständigen Demonstrationszonen für Innovation (国家自主创新示范区; guojia zizhu chuangxin shifanqu) versucht die Zentralregierung gemeinsam mit den Lokalregierungen, Forschung und Bildung besser mit der Wirtschaft zu verknüpfen.<sup>56</sup> Die Universitäten haben in den letzten zwei Dekaden eine zunehmen-

de Bedeutung in der Forschung erlangt. Während die Anzahl der Forschungs- und Entwicklungszentren der Universitäten im Jahr 2006 bei 5.159 lag, stieg sie bis zum Jahr 2016 auf 13.062<sup>57</sup> Ergänzt wird die Forschungslandschaft durch eine Vielzahl von FuE-Zentren, die von Unternehmen betrieben werden. Obwohl auf Unternehmen mehr als zwei Drittel der gesamten FuE-Ausgaben entfallen, spielen sie in der Grundlagenforschung und angewandten Forschung kaum eine Rolle; ihr Fokus liegt auf Produktentwicklung und Kommerzialisierung.

Abbildung 18: Chinas Forschungslandschaft: Administrative Zuordnung der Forschungseinrichtungen



Quelle: In Anlehnung an Berger und Nones (2018) und CNBS (2017)<sup>58</sup>

<sup>56</sup> Shi, S.; Kou, K. (2018): Zhongde Guojia yu Quyu Chuangxin Tixi Bijiao (Comparison of National Regional Innovation Systems between China and Germany), Beijing: Zhongguo Sheke Chubanshe.

<sup>57</sup> CNBS (2017): China Statistical Yearbook 2017. Beijing. Online: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexeh.htm>.

<sup>58</sup> Berger, M.; Nones, B. (2018): *Der Sprung über die große Mauer. Die Internationalisierung von F&E und das chinesische Innovationssystem*; Leykam; CNBS (2017): China Statistical Yearbook 2017. Beijing. Online: <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2017/indexeh.htm>.

Die von der Zentralregierung 2012 / 13 angestoßene institutionelle Reform betrifft in erster Linie die öffentlichen Forschungseinrichtungen, vor allem die großen Forschungsakademien. Die CAS hat als erste mit der Reform begonnen und dient als Vorbild für andere staatliche Forschungseinrichtungen (Details der CAS-Reform siehe Infobox 06). Formal ist die Restrukturierung der CAS bereits abgeschlossen, obwohl eine vollständige Übernahme neuer Managementmechanismen, Bewertungsstandards und Finanzierungsmodalitäten erst bis 2030 vorgesehen ist. Noch ist es deshalb zu früh, die Auswirkungen der Reform auf die Forschungsperformanz und Erreichung der Reformziele zu bewerten. Aber einige Implikationen für die deutsch-chinesische Forschungskooperation lassen sich bereits erkennen.

Erstens: Das vorgesehene „Open Innovation“-Konzept bedeutet, dass die anspruchsvolle Forschungsinfrastruktur nicht nur chinesischen Wissenschaftlern dienen soll, sondern auch der Zusammenarbeit mit ausländischen Forschern. Damit werden die chinesischen Forschungseinrichtungen für ausländische Wissenschaftler attraktiver. So will CAS bis 2020 den Anteil der ausländischen Wissenschaftler von aktuell rund eins Prozent auf drei Prozent erhöhen.

Zweitens: die Unterscheidung in verschiedene Forschungsbereiche und die Trennung der Grundlagenforschung von der Politikberatung schaffen mehr Transparenz und liefern konkrete Ansatzpunkte für eine deutsch-chinesische Kooperation. Sie können die Zusammenarbeit der deutschen außeruniversitären Forschungsinstitute wie der Max-Planck-Institute, der Fraunhofer-Institute und der Leibniz-Institute mit chinesischen Forschungseinrichtungen erleichtern.

#### *Die Reform der CAS*

Zu Beginn der CAS-Reform im Jahr 2011 wies die Akademie 104 Forschungsinstitute mit rund 60.000 Mitarbeitern auf; etwa ein Drittel der Wissenschaftler war in Projekten der Grundlagenforschung im Rahmen des 973-Programms involviert. Neben der Größe der Akademie stellte vor allem die Variationsbreite der Forschungsaktivitäten der Institute, die in der Grundlagenforschung, angewandten Forschung sowie Politikberatung tätig waren, eine Herausforderung dar. Die Kritik konzentriert sich auf folgende Punkte: Das Forschungsmanagement der CAS sei im Vergleich zu den international führenden Forschungsinstituten ineffizient, Forschungsgebiete verschiedener CAS-Institute und Projekte überlappten sich, es gebe zu wenig ausländische Wissenschaftler und die Finanzierungsstruktur der CAS sei zu einseitig.<sup>59</sup>

<sup>59</sup> Cao, C.; Suttmeier, R.P. (2017): Challenges of S&T system reform in China. *Science* 355 (6329), S. 1019–1021.

### Infobox 06: Restrukturierung der CAS-Institute

Im August 2014 wurden erste Pläne zur CAS-Reform veröffentlicht, die eine Reduzierung der Anzahl der Institute von 104 auf 60 und ihre Restrukturierung in die vier folgenden Kategorien mit unterschiedlichen Schwerpunkten vorsehen:

- Forschungsinstitute für Innovation (创新研究院; chuangxin yanjiusuo) (20 Institute): engere Verknüpfung von Wirtschaft und Wissenschaft,
- Exzellenz-Zentren der Forschung (卓越创新中心; zhuoyue chuangxin zhongxin) (21 Institute): Grundlagenforschung,
- Großforschungsinstitute (大科学研究中心; da kexue yanjiu zhongxin) (5 Institute): Bündelung wichtiger Forschungsinfrastrukturen,
- Forschungsinstitute für spezifische Fragestellungen (特色研究所; tese yanjiusuo) (14 Institute): Forschung und Beratung zu nationalen Themen wie Umwelt oder Katastrophenbewältigung.

Die thematische Aufteilung und Zusammenfassung von Instituten soll sowohl eine bessere Verknüpfung der einzelnen Forschungsinstitute gewährleisten als auch bürokratische Abläufe vereinfachen.

Während Exzellenz-Zentren der Forschung und die Großforschungsinstitute weiterhin ausschließlich staatliche Förderung genießen werden, soll eine Mischfinanzierung aus staatlichen und privaten Mitteln für die übrigen zwei Kategorien gelten. Ebenso soll die Bewertungsmethode in den verschiedenen Kategorien auch unterschiedlich sein, z.B. PeerReview-Gutachten vor allem zur Bewertung der Forschung in den Exzellenz-Zentren, in den anderen Instituten auch eine Bewertung durch Unternehmen bzw. Nutzer.<sup>60</sup>

### Restrukturierung der Exzellenz-Universitäten

Die Universitäten als zweite Säule in der Forschungslandschaft sind ebenfalls mit der Herausforderung konfrontiert, ihr Qualitätsniveau zu erhöhen. Im Oktober 2015 brachte die chinesische Regierung mit dem „Gesamtplan für die umfassende Förderung erstklassiger Universitäten und erstklassiger Fachdisziplinen“, dem „Doppel-Exzellenz-Programm“, eine Reform der Förderung von Spitzenuniversitäten und Spitzenfachdisziplinen auf den Weg.<sup>61</sup> Dadurch sollen ‚einige‘ Universitäten und Disziplinen bis 2020 zur weltweiten Spitzengruppe aufsteigen, bis 2030 soll sich diese Gruppe chinesischer Universitäten beträchtlich erweitert haben. Zur Mitte des 21. Jahrhunderts schließlich sollen die Ziele des Programms weitgehend erreicht sein und China fortan als eine „führende Nation“ im tertiären Bildungsbereich gelten. sein und China fortan als eine „führende Nation“ im tertiären Bildungsbereich gelten.

Das chinesische „Doppel-Exzellenz-Programm“ ähnelt der deutschen Exzellenzstrategie, deren Förderung in Fortsetzung der Exzellenzinitiative im Jahr 2019 startet. Beide Programme haben zwei Förderlinien, die zum einen Universitäten als Einrichtungen, zum anderen Fachdisziplinen bzw. in Deutschland Exzellenzcluster mit Forschungsfeldern fördern. Allerdings unterscheiden sich beide Programme in der Förderung von Forschungsthemen. Während in China einzelne Fachdisziplinen wie Physik, Mathematik, Philosophie an den jeweiligen Universitäten gefördert werden, setzt die projektbezogene Förderung der Exzellenzcluster in Deutschland stärker auf Kooperation zwischen Universitäten und Forschungsverbänden.

<sup>60</sup> Quelle: CAS, website: „四类机构“ (si lei jigou) [Struktur in vier Kategorien]. Online: [http://www.cas.cn/zz/jg/ys/sljg/201501/t20150112\\_4297235.shtml](http://www.cas.cn/zz/jg/ys/sljg/201501/t20150112_4297235.shtml).

<sup>61</sup> State Council of the PRC (2015): Guowuyuan guanyu tongchou tuijin shijie yiliu daxue he yiliu xueke jianshe zongti fangan de tongzhi. [Bekanntmachung über Koordination der Maßnahmen für die Implementierung des Aufbaus von Spitzenuniversitäten und -Disziplinen vom Staatsrat]. Online: [http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xgk/moe\\_1777/moe\\_1778/201511/t20151105\\_217823.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xgk/moe_1777/moe_1778/201511/t20151105_217823.html).

Folgende Merkmale bestehen für erstklassige Universitäten und Disziplinen: Erstklassige Universitäten sollen über moderne Bildungskonzepte, hohe Fachkompetenzen, große gesellschaftliche Anerkennung und mehrere Fachdisziplinen verfügen, die in China führend und international bekannt sind. Erstklassige Disziplinen sollen sowohl landesweit als auch international an der Spitze stehen und von renommierten Evaluationsorganisationen gut bewertet sein. Für sie kann auch gelten, dass sie aufgrund ihrer wichtigen Bedeutung für das Land, bestimmte Regionen oder Branchen unentbehrlich sind.

Die im Jahr 2018 neu gebildete Führungsgruppe für die Reform des nationalen Bildungssystems gibt Richtlinien für die Restrukturierung der Exzellenz-Universitäten vor und hat eine koordinierende Funktion. Dies betrifft Richtlinien für beispielsweise das „Top Level Design“ und die Finanzierung von Universitäten. Über wichtige Entscheidungen muss der Staatsrat informiert werden, während die NDRC zusammen mit dem Finanz- und Bildungsministerium für die Planung und für konkrete Maßnahmen zuständig sind. Für deren Umsetzung ist das Bildungsministerium verantwortlich. Die Auswahlkriterien für die Spitzenfachdisziplinen werden von einer separaten Expertenkommission festgelegt, nicht von der Führungsgruppe.

Im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen Exzellenz-Programmen – dem 211-Projekt und dem 985-Projekt – werden die Universitäten nicht auf unbestimmte Zeit gefördert, sondern alle fünf Jahre evaluiert. Damit soll der Wettbewerb zwischen den

Universitäten gestärkt werden. Die Restrukturierung ist vor allem für die ehemaligen 211-Universitäten relevant, weil nun der Fokus nicht mehr auf der Förderung einer gesamten Universität, sondern auf einzelnen Disziplinen liegt. Mit dem Doppel-Exzellenz-Programm werden die Probleme der vorangegangenen Exzellenzinitiativen angesprochen. Diese bestehen vor allem in einer geringen Durchlässigkeit und einem fehlenden Wettbewerb. Mit den im Jahre 2017 erlassenen Umsetzungsbestimmungen wurde ein Zeitplan vorgegeben, der jedoch keine konkreten Indikatoren benannte.<sup>62</sup>

Im September 2017 hat das Ministerium für Bildung eine Liste der Universitäten und Fachdisziplinen veröffentlicht, die im Rahmen des Doppel-Exzellenz-Programms gefördert werden sollen.<sup>63</sup> 42 Universitäten wurden als Spitzenuniversitäten benannt, bei denen sowohl die Universität insgesamt als auch verschiedene Fachdisziplinen gefördert werden. Darüber hinaus werden einige ausgewählte Fachdisziplinen an 95 weiteren Universitäten gefördert (siehe Abbildung 19). 39 der 42 genannten Spitzenuniversitäten waren bereits in dem Vorgängerprogramm 985 aufgeführt. Zusammen mit drei weiteren Universitäten sollen die Spitzenuniversitäten das Ziel verfolgen, in den Kreis internationaler Spitzenuniversitäten vorzudringen. Neu ist, dass die geförderten Universitäten in zwei Klassen unterteilt sind. In der Klasse A, die die nationale Spitzengruppe umfasst, befinden sich 36 Universitäten. Die übrigen drei 985-Universitäten – die Hunan University, die Northeastern University und die Northwest A & F University – wurden in die Gruppe B eingestuft. Dort werden sie durch drei

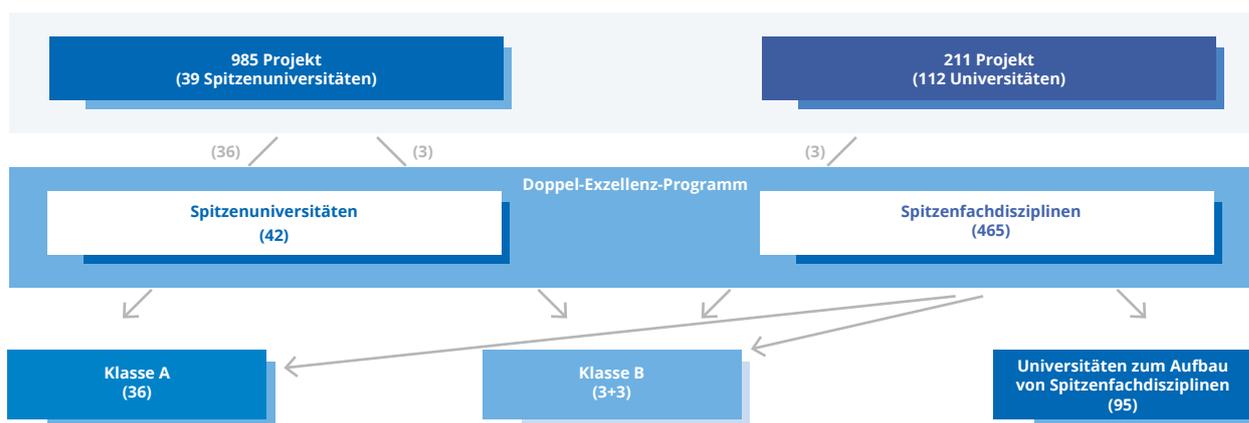
<sup>62</sup> MOE, MOF, NDRC (2017): Guanyu yinfa "Tongchou tuijin shijie yiliu daxue he yiliu xueke jianshe shishi banfa (zhanxing)" de tongzhi [Bekanntmachung über „Umsetzungsmaßnahmen für die Implementierung des Aufbaus von Spitzenuniversitäten und -Disziplinen (vorläufig)“].  
Online: [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_843/201701/t20170125\\_295701.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_843/201701/t20170125_295701.html)

<sup>63</sup> Birk, K. (2017): Ergebnisse des neuen chinesischen Doppel-Exzellenz-Programms. Geförderte Hochschulen und Fachbereiche. DAAD-Blickpunkt, Oktober.  
Online: [https://www.daad.de/medien/der-daad/analysen-studien/blickpunkt\\_ergebnisse\\_des\\_neuen\\_chinesischen\\_doppel-exzellenz-programms.pdf](https://www.daad.de/medien/der-daad/analysen-studien/blickpunkt_ergebnisse_des_neuen_chinesischen_doppel-exzellenz-programms.pdf).

211-Universitäten ergänzt. Bei den drei Aufsteigern handelt es sich um die Zhengzhou University, Yunnan University und Xinjiang University. Während es für die ursprünglichen 211-Universitäten das erklärte Ziel war, sich ebenfalls in internationale Spitzenuniversitäten fortzuentwickeln, werden sie nun angehalten, sich auf bestimmte Fachdisziplinen zu konzentrieren und in diesen engen Bereichen Exzellenz zu erreichen.

Die veröffentlichte Liste der Spitzenfachdisziplinen enthält die geförderten Disziplinen für die 42 Spitzenuniversitäten und 95 Universitäten, die Spitzenfachdisziplinen aufbauen sollen. Insgesamt handelt es sich um 465 geförderte Disziplinen, die teilweise von einer Expertenkommission und teilweise von den Universitäten selbst bestimmt worden sind. Nach der Verteilung gehören Ingenieurwesen (mit einem Anteil von 41,25 Prozent an der Gesamtzahl der Spitzenfachdisziplinen), Naturwissenschaften (23,09 Prozent), Medizin 9,42 Prozent), Landwirtschaft (4,93 Prozent) und Rechtswesen (4,93 Prozent) zu den Top 5-Disziplinen.<sup>65</sup>

Abbildung 19: Aufbau des Doppel-Exzellenz-Programms in China



Quelle: MOE et al. (2017)<sup>64</sup>

<sup>64</sup> MOE, MOF, NDRC (2017): Guanyu yinfa "Tongchou tuijin shijie yiliu daxue he yiliu xueke jianshe shishi banfa (zhanxing)" de tongzhi [Bekanntmachung über „Umsetzungsmaßnahmen für die Implementierung des Aufbaus von Spitzenuniversitäten und -Disziplinen (vorläufig)“]. Online: [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_843/201701/t20170125\\_295701.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_843/201701/t20170125_295701.html).

<sup>65</sup> Network of Science & Education Evaluation in China (NSEAC) (2018): Guojia yiliu xueke jianshe dian menlei fenbu, xueke fenbu tongji fenxi. Online: <http://www.nseac.com/html/648/679846.html>.

### Infobox 07: Der südchinesische Universitätsstandort Shenzhen

Die Metropole Shenzhen ist ein Beispiel für den rasanten Aufstieg neuer Standorte für Wissenschaft, Technologie und Innovation. Diese Entwicklung setzt sich auch im universitären Bereich fort. Die erst im Jahr 2011 in Shenzhen eröffnete Southern University of Science and Technology (SUSTech) zählt zu den stärksten Neueinsteigern im zuletzt veröffentlichten 2019-THE-Ranking. Das Ranking führt die Universität sogar derzeit als achtbeste Universität des Landes zusammen mit der ungleich angesehenen Sun Yat-sen University. Mit einem vollständig in Englisch gehaltenem Curriculum und einem Lehrpersonal, das zu 90 Prozent bereits im Ausland Anstellung gefunden hatte und mehrheitlich aus Absolventen der weltweit Top-100-Universitäten besteht, ist das Ziel der SUSTech klar auf internationale Exzellenz ausgerichtet.<sup>66</sup> Als „Rising Star“ erschien die Universität ebenfalls in dem 2017 aufgestellten Ranking des Nature Index auf Platz 4 der aufstrebenden Top-200-Universitäten weltweit. Unter den Institutionen, die jünger als 30 Jahre sind, belegt die SUSTech sogar Platz 1.<sup>67</sup>

Auch die Shenzhen University (SZU) ist in dem Ranking auf den vorderen Rängen unter den chinesischen Universitäten vertreten. Im Nature Index der aufstrebenden Universitäten konnte die SZU Platz 28 erreichen, ebenfalls mit einem deutlichen Zuwachs zum vorherigen Betrachtungszeitraum. In der Quantenforschung belegte die Universität dabei sogar Platz 2 im Ranking der akademischen Patentanmelder im transnationalen Bereich der APRA-Region. Während diese Bewertung sicher eine Momentaufnahme ist, demonstriert sie dennoch, dass auch der Hochschulsektor in Shenzhen eine positive Dynamik aufweist. Bisher war die Stadt vor allem durch das Fehlen eines kompetitiven Hochschulbereichs bekannt. Tatsächlich kommt Shenzhen in den nationalstaatlichen Forschungsförderungsprogrammen bislang nicht vor. Dies dürfte sich in absehbarer Zeit ändern.

Auf die bekanntesten Universitäten des Landes entfällt der Hauptanteil der geförderten Disziplinen. Die 14 Universitäten (10 Prozent) mit der größten Anzahl an Disziplinen vereinen knapp 50 Prozent der geförderten Disziplinen auf sich. Insbesondere die Peking University und die Tsinghua University stechen mit 41 bzw. 34 geförderten Disziplinen hervor. Die übrigen sieben Universitäten der C9-League, Chinas „Ivy League“, gehören ebenfalls zu den Universitäten mit der größten Anzahl an geförderten Disziplinen. Dagegen verfügen mehr als die Hälfte der geförderten Universitäten über lediglich eine geförderte Disziplin.

Der disziplinäre Fokus ermöglicht, dass nun viele spezialisierte chinesische Universitäten in das Blickfeld rücken. Zu den neu in die Förderung aufgenommenen Universitäten gehören neben der University of the Chinese Academy of Sciences z.B. das mit der Chinese Academy of Medical Sciences affilierte Peking Union Medical College, die Diplomatschmiede China Foreign Affairs University und die für die Ausbildung höherer Sicherheitsbeamter relevante People's Public Security University of China. Ein wesentliches Merkmal der neueren Auswahl ist die Aufnahme vieler Universitäten mit Schwerpunkt auf traditioneller chinesischer Medizin mit Standorten in Shanghai, Chengdu, Guangzhou, Nanjing und Tianjin.

<sup>66</sup> SUSTech (2018): SUSTech Prospectus. Online: [https://www.timeshighereducation.com/sites/default/files/institution\\_downloads/sustech.prospectus-eng.pdf](https://www.timeshighereducation.com/sites/default/files/institution_downloads/sustech.prospectus-eng.pdf)

<sup>67</sup> Nature Index (2018a): 2018 Rising Stars. Online: <https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2018-rising-stars/tables/institutions>. Nature Index (2018b): Top 30 academic institutions under 30. Online: <https://www.natureindex.com/supplements/nature-index-2018-rising-stars/tables/top-30-under-30>.

Ein wichtiges Merkmal für die Auswahl der Spitzenuniversitäten und -fachdisziplinen ist die internationale Zusammenarbeit<sup>68</sup> Kriterien hierfür sind

- Einsatz hochqualifizierter ausländischer Lehrkräfte und Forschungsteams,
- Austausch von Studenten oder gegenseitige Leistungsanerkennung sowie gemeinsame Lehrprogramme mit international renommierten ausländischen Universitäten,
- intensiver akademischer Austausch und wissenschaftliche Forschungskooperation mit erstklassigen ausländischen Universitäten und Forschungseinrichtungen,
- intensive Beteiligung an internationalen oder regionalen wissenschaftlichen Großprojekten, und
- Beteiligung an der Festlegung von internationalen Normen und Regeln.

Zusammenfassend lässt sich für die Entwicklung der chinesischen Forschungslandschaft feststellen, dass die Förderpolitik der vergangenen Jahre einen starken Schwerpunkt auf Steigerung der Exzellenz staatlicher Forschungsinstitute und Universitäten legte. Dadurch soll sowohl die Voraussetzung geschaffen werden, das stärker innovationsgetriebene Wachstumsmodell zu unterstützen als auch international als Forschungsstandort anerkannt zu werden. Allerdings sind die Reformen erst zum Teil abgeschlossen, sodass sich die Auswirkungen nur unzureichend bewerten lassen. Positiv kann allerdings bereits der stärkere disziplinäre Fokus bei der Förderung von Exzellenz bewertet werden, denn dadurch werden bisher nicht im Ausland bekannte Forschungseinrichtungen für die internationale Kooperation sichtbar. Gleichzeitig ist zu erwarten, dass immer mehr chinesische Universitäten einen wissenschaftlichen Austausch und Forschungskooperationen mit renommierten ausländischen Forschungseinrichtungen und Universitäten anstreben werden.

## Forschungs- und Innovationsplattformen

Mit dem Aufbau von Innovationsplattformen verfolgt die chinesische Regierung das Ziel, die an nationalen Vorgaben orientierte Grundlagenforschung gezielt zu fördern. Durch ihre positiven Spill-over-Effekte soll diese dann die Entwicklung einer innovationsgetriebenen Wirtschaft ermöglichen. Als Plattformen werden verschiedene Mechanismen und Infrastrukturen subsumiert, die der Unterstützung und Ausrichtung der wissenschaftlichen Aktivitäten in ausgewählten Universitäten, öffentlichen Forschungsinstituten und Unternehmen dienen. Mit den Plattformen soll insbesondere die Kooperation zwischen den relevanten Akteuren im In- und Ausland gestärkt werden.

Einerseits handelt es sich hierbei um eine Reihe von „Megaprojekten“, die die vorhandenen Innovationsressourcen des Landes auf bestimmte strategisch ausgewählte Felder in den Natur- und Ingenieurwissenschaften konzentrieren. Andererseits schließt der Begriff die Infrastruktur ein, die teilweise selbst aus Mega-Projekten hervorgeht und die die Voraussetzungen für wegberaubende Entdeckungen und Spitzenforschung schaffen soll.

Während die oben genannten CAS-Institute und Spitzenuniversitäten einen ersten Überblick über die wichtigsten akademischen Institutionen gewähren, geben die Plattformen Einblicke in die wichtigsten Akteure hinsichtlich konkreter Forschungsfelder und -vorhaben. In den folgenden Abschnitten werden zunächst die Megaprojekte betrachtet, in denen eine Vielzahl chinesischer Forschungseinrichtungen jeweils an Teilproblemen eines übergreifenden staatlich definierten Forschungsziels arbeitet. Daran anschließend folgt eine Bestandsaufnahme staatlicher Schwerpunktlabore, mit deren Hilfe Chinas wichtigste Forschungsteams gefördert werden, und Nationaler Labore, die den Zugang zu den wichtigsten Großforschungsanlagen des Landes für Forschungsakteure aus dem In- und Ausland organisieren.

<sup>68</sup> MOE; MOF; NDRC (2017): Guanyu yinfa "Tongchou tuijin shijie yiliu daxue he yiliu xueke jianshe shishi banfa (zhanxing)" de tongzhi [Bekanntmachung über „Umsetzungsmaßnahmen für die Implementierung des Aufbaus von Spitzenuniversitäten und -Disziplinen (vorläufig)“]. Online: [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_843/201701/t20170125\\_295701.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_843/201701/t20170125_295701.html).

### Megaprojekte

Eines der Kernelemente des Mittel- bis Langfristigen Plans für die Entwicklung von Wissenschaft und Technologie (MLP 2006-2020) war die Benennung von acht strategisch wichtigen Technologiesektoren und die Bestimmung und Durchführung von 16 Megaprojekten. Mit diesen Megaprojekten wird versucht, langfristige Ziele durch Förderung von Leuchtturmprojekten zu erreichen. Bei den Zielen handelt es sich einerseits um die Realisierung von Durchbrüchen bei neuen und Spitzentechnologien und andererseits um den Aufbau strategisch wichtiger Industrien (siehe dazu die Tabelle 15). Darüber hinaus dienen Megaprojekte dem Ziel, technologische Engpässe abzubauen und bisher relativ unverbundene Sektoren – allen voran die zivilen und militärischen Wissenschaftssysteme des Landes – zu integrieren. Trotz vielfacher Kritik am Megaprojekte-Programm ist die chinesische Regierung von den bisherigen Ergebnissen des Top-down-Ansatzes zum Aufbau nationaler Innovationskapazitäten überzeugt.

Für das im Jahr 2020 auslaufende Programm hat der Staatsrat im 13. Fünfjahresplan für Wissenschaft, Technologie und Innovation bereits im Juli 2016 vorsorglich 15 neue Megaprojekte für die Zeit bis 2030 benannt, die in die fünf prioritären Bereiche elektronische Information, moderne Produktion, Energie und Umwelt, Biologie und Gesundheit sowie maritime Entwicklung fallen.<sup>69</sup> Zusätzlich zu diesen 15 Projekten hat der Staatsrat im Juli 2017 mit dem Entwicklungsplan für Künstliche Intelligenz der Neuen Generation ein weiteres Megaprojekt initiiert.<sup>70</sup>

### Infobox 08: Megaprojekte: Erfolge bis 2015

Megaprojekte dienen insofern als Plattform, als sie verschiedenste Akteure aus Wissenschaft und Industrie dazu anhalten, zur Realisierung bestimmter (insbesondere wirtschaftlich verwertbarer) Ergebnisse beizutragen. Bis zum Ende der 12. Fünfjahresplanperiode, der vorletzten Periode bis zum Auslaufen des ursprünglichen Programms, wurde eine Reihe von wirtschaftlich relevanten Erfolgen erzielt. Zu diesen zählen unter anderem

- der Aufbau des weltweit größten 4G-Mobilfunknetzes und der Entwicklung eines eigenen internationalen 4G-Standards,
- die Produktion des C919-Passagierflugzeuges,
- die Entwicklung und Herstellung von Impfstoffen für die Hand-Fuß-Mund-Krankheit sowie eines neuen Polio-Impfstoffes,
- eine starke Erweiterung der chinesischen Fähigkeiten in der Produktion von CNC-Maschinen,
- der Bau der CAP-1400-Demonstrationsanlage für Kerntechnologie der dritten Generation,
- der HYSY-981-Halbtaucher-Ölplattform für Tiefsee-Probebohrungen, Durchbrüche in der bemannten Raumfahrt und Mondexpeditionen sowie
- Aufbau eines Systems zur proaktiven Prävention von ansteckenden Krankheiten und Epidemien.

Quelle: Department of International Cooperation, MoST: China Science & Technology Newsletter, verschiedene Ausgaben.

<sup>69</sup> State Council of the PRC (2016): Guowuyuan guanyu yinfa "shi san wu" guojia keji chuangxin guihua de tongzhi. [Bekanntmachung des nationalen Programms für wissenschaftliche und technologische Innovationen im 13. Fünfjahresplan des Staatsrats]. Online: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content\\_5098072.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content_5098072.htm).

<sup>70</sup> State Council of the PRC (2017): Guowuyuan guanyu yinfa xin yidai rengong zhineng fazhan guihua de tongzhi. [Notice of the State Council Issuing the New Generation of Artificial Intelligence Development Plan]. Online: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm).

Tabelle 15: Aktuelle und zukünftige Megaprojekte

Themenbereiche	Strategische Industrien	Megaprojekte bis 2020	Neue Megaprojekte bis 2030
Informationstechnologie	Next Generation IT (新一代信息技术产业; xin yi dai xinxi jishu chanye)	Zentrale elektronische Geräte, hochwertige Universalchips und Basissoftware (核心电子器件、高端通用芯片和基础软件; hexin dianzi qijian, gaoduan tongyong xin pian he jichu ruanjian) Große integrierte Schaltungen (极大规模集成电路; jida guimo jicheng dianlu) Neue Generation mobiler Breitbandkommunikation (新一代无限宽带移动通信; xin yi dai wu xian kuandai yidong tongxin) Hochauflösendes Erdbeobachtungssystem (高分辨率对地观测系统; gaofen bianlu dui di guance xitong)	Quantenkommunikation und Quantencomputer (量子通信和量子计算机; liangzi tongxin he liangzi jisuanji) Nationale Informationssicherheit (国家网络安全; guojia wangluo kongjian anquan) Integriertes Boden-Weltraum-Informationnetzwerk (天地一体化信息系统; tiandi yitihua xinxi xitong) Big Data (大数据; da shuju) Künstliche Intelligenz (人工智能; rengong zhineng)
Moderne Industrie (Manufacturing)	Moderne CNC-Werkzeugmaschinen & Roboter (高档数控机床和机器人; gaodang shukong jichuang he jiqiren)	Moderne CNC-Werkzeugmaschinen und Basisausrüstung (高档数控机床和基础制造技术; gaodang shukong jichuang he jichu zhizao jishu)	Intelligente Produktion und Robotik (智能制造和机器人; zhineng zhizao he jiqiren)
Energie und Umwelt	Energieausrüstungen (电力装备; dianli zhuangbei)  Energieeinsparung & Fahrzeuge mit sauberen Energien (节能与新能源汽车; jieneng yu xin nengyuan qiche)	Entwicklung von großen Öl- und Gasfeldern und Untertagevergasung (大型油气田及煤层气开发; daxing youqitian ji meiqiceng kaifa) Kernkraftwerk mit modernen Druckwasserreaktoren und gasgekühlter Hochtemperaturreaktoren (先进压水堆和高温气冷堆核电站; xianjin yashuidui he gaowen qilengdui hedianzhan) Kontrolle der Wasserverschmutzung (水体污染治理; shuiti wuran zhili)	Intelligente Energieversorgungsnetze (智能电网; zhineng dianwang) Saubere und effiziente Kohlenutzung (煤炭清洁利用; meitan qingjie liyong) Umfassendes Umweltmanagement in der Beijing-Tianjin-Hebei-Region (京津冀环境综合治理; jing jin ji huanjing zonghe zhili)
Transport und Verkehr	Moderne Eisenbahntransport ausrüstungen (先进轨道交通装备; xianjin guidaotong zhuangbei)	Großflugzeuge (大飞机; da feiji)	Flugzeugtriebwerke und Gasturbinen (航空发动机和燃气轮机; hangkong fadongji he ranqi lunji)
Meeresforschung	Ausrüstungen für Schiffmaschinenbau und Hightech-Schiffe (海洋工程装备及高技术船舶; haiyang gongcheng zhuangbei ji gao jishu chuanbo)		Tiefsee-Unterwasser-Laboratorium (深海空间站; shenhai kongjianzhan)
Weltraumforschung	Ausrüstungen für Luftfahrt- und Raumfahrtindustrie (航空航天装备; hangkong hangtian zhuangbei)	Bemannte Raumfahrt und Monderkundung (载人航天和探月工程; zairen hangtian he tanyue gongcheng)	Orbitales Wartungs- und Instandsetzungssystem für Weltraumexpeditionen und Raumfahrzeuge (深空探测及空间飞行器在轨服务及维修; shenkong shence ji kongjian feixingqi zaigui fuwu ji weixiu)
Gesundheit und Landwirtschaft	Biomedizinische & leistungsstarke medizinische Geräte (生物医药及高性能医疗器械; shengwu yiyao ji gao xingneng yiliaoqi)  Landwirtschaftsmaschinen (农机装备; nongji zhuangbei)	Neue Sorten gentechnisch veränderter Organismen (转基因生物新品种; zhuan yin jin shengwu xin pinzhong) Neue Wirkstoffe (重大新药创制; zhongda xin yao chuangzhi) Verhütung von Infektionskrankheiten (重大传染病防治; zhongda chuanranbing fangzhi)	Gehirnforschung und gehirnähnliche Intelligenz (脑科学和脑类研究; nao kexue he nao lei yanjiu) Innovative Saatgutindustrie (种业创新; zhongye chuangxin) Gesundheit (健康保障; jiankang baozhang)
Neue Materialien	Neue Materialien (新材料; xin cailiao)		Neue Materialien (重点新材料; zhongdian xin cailiao)

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf der Basis der Reformdokumente

### Staatliche Schwerpunktlabore (State Key Labs)

Im chinesischen Forschungssystem sind staatliche Forschungslabore ein grundlegendes Element zur Förderung der reinen Grundlagenforschung und an staatlicher Planung orientierten Grundlagenforschung. In den letzten Jahren hat die chinesische Regierung dem Aufbau von Forschungsinfrastrukturen und der Öffnung dieser Infrastrukturen als Basis für den nationalen und internationalen Wissensaustausch und als Plattform für die gemeinschaftliche Nutzung der vorhandenen Forschungsinstrumente und Großforschungsanlagen einen erhöhten Stellenwert zugewiesen. Gleichzeitig folgen diese Plattformen oftmals nationalen Prestige- und Entwicklungszielen.

Die staatlichen Schwerpunktlabore (state key) nehmen innerhalb der Gruppe der Forschungsplattformen (state key laboratories; 国家重点实验室; guojia zhongdian shiyanshi) eine besonders sichtbare Stellung ein. Das dazugehörige Programm existiert bereits seit 1984 und hat sich besonders in den letzten Jahren zu einer wichtigen Säule in der chinesischen Innovationspolitik entwickelt. Im Jahr 2016 gab es insgesamt 254 akademische Schwerpunktlabore auf nationaler Ebene, von denen 162 erst während der 12. Fünfjahresplan-Periode (2011-2015) entstanden sind;<sup>71</sup> auf der Unternehmensebene existierten im Jahr 2016 weitere 177 Schwerpunktlabore.<sup>72</sup>

Plänen des MoST und MoF vom Juni 2018 zufolge soll durch den intensivierten Aufbau staatlicher Schwerpunktlabore bis 2020 ein grundlegendes Laborsystem mit eindeutiger Positionierung, klaren Zielen, klarer Struktur und Vorbildcharakter entstehen; bis 2025 soll dann das System vervollkommen werden.<sup>73</sup> Die Labore sollen für den wissenschaftlichen Austausch und die gemeinsame Infrastrukturnutzung zugänglich gemacht werden, sich stärker vernetzen und mit forschungsstarken ausländischen Partnern

zusammenarbeiten. Die Anzahl der staatlichen Schwerpunktlabore soll weiter erhöht werden, und zwar bis 2025 auf etwa 700; davon sollen etwa 300 Labore in Universitäten und staatlichen Forschungsinstituten und etwa 270 Labore in Unternehmen eingerichtet werden. Auf der Provinzebene soll ihre Zahl auf 70 beschränkt werden.

Die bisherigen Forschungsfelder, die in den Laboren bearbeitet werden, sollen unverändert bleiben, allerdings sollen neue Zukunftsthemen bei der Erhöhung der Anzahl der Labore berücksichtigt werden. Die Forschungsfelder umfassen u.a. Stammzellforschung, Synthetische Biologie, Gehirnforschung, Internet of Things, Nanowissenschaft, Künstliche Intelligenz, Biosicherheit und globaler Wandel.

Die Aufteilung macht deutlich, dass sich die Ausrichtung der Labore mit den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen des Doppel-Exzellenz-Programms deckt. So sind die universitären Schwerpunktlabore fast ausschließlich in den Doppel-Exzellenz-Universitäten zu finden. Insgesamt 67, also etwa die Hälfte, der Doppel-Exzellenz-Universitäten können mindestens ein Schwerpunktlabor vorweisen. Darunter befinden sich alle bisherigen 985-Universitäten mit Ausnahme der zwei Universitäten mit vornehmlich geistes- und sozialwissenschaftlichem Fokus (Renmin University of China, Minzu University of China), der National University of Defense Technology und der Ocean University of China. Abgesehen davon haben acht weitere Universitäten ein Schwerpunktlabor genehmigt bekommen, die nicht im Doppel-Exzellenz-Programm integriert sind. Anders als die übrigen universitären Labore unterstehen diese acht Labore praktisch ausschließlich regionalen Behörden für Wissenschaft und Technologie und nicht dem Bildungsministerium. Fünf der acht Universitäten haben einen medizinischen oder agrarbiologischen Fokus.

<sup>71</sup> MoST; MOF; NDRC (2017a): Guanyu gongbu shijie yiliu daxue he yi liu xueke jianshe gaojiao ji jianshe xueke mingdan de tongzhi. [Mitteilung über Veröffentlichung der Namenliste der Spitzenuniversitäten und -Disziplinen für den Aufbau von Spitzenuniversitäten und -Disziplinen].  
Online: [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe\\_843/201709/t20170921\\_314942.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/moe_843/201709/t20170921_314942.html).

<sup>72</sup> MoST (2017a): State Key Labs. Annual Report 2016. Online: <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/zfwzndbb/201805/P020180521576150932136.pdf>;  
MoST (2017b): State Key Labs in Public Enterprises. Annual Report 2016. Online verfügbar unter <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/zfwzndbb/201805/P020180521578399847540.pdf>.

<sup>73</sup> Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MoST); Ministry of Finance (MOF) (2018): Guanyu jiaqiang guojia zhongdian shiyanshi jianshe fazhan de ruogan yijian. [Einige Überlegungen zum Aufbau und zur Entwicklung der nationalen Schwerpunktlabore].  
Online: [http://jkw.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201806/t20180626\\_2939864.html](http://jkw.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201806/t20180626_2939864.html).

### Infobox 09: Fokus der Schwerpunktlabore (Anzahl in Klammern)

#### Akademische Labore:

- Geowissenschaften (44)
- Ingenieurwissenschaften (43)
- Biologie (40)
- Medizin (34)
- Informationswissenschaften (32)
- Chemie (25)
- Materialwissenschaften (21)
- Mathematik (15)

#### Firmenbasierte Labore:

- Materialien (43)
- Produktion (26)
- Energie (25)
- Mineralien (22)
- Medizin (18)
- Landwirtschaft (17)
- Informationstechnik (13)
- Verkehr (13)

Quellen: MoST (2017a; 2017b)<sup>74</sup>

Im Unterschied zu den einzig auf Universitäten abzielenden Exzellenz-Programmen befinden sich Schwerpunktlabore auch in staatlichen Forschungsinstituten. Jeweils fünf Schwerpunktlabore wurden in Verbindung mit Instituten der Chinesischen Akademie der Agrarwissenschaften und der Chinesischen Akademie der Medizinwissenschaften gegründet, während elf weitere Labore mit lokalen oder ministerialen staatlichen Forschungsinstituten verbunden sind.

### Nationale Labore (National Laboratories) und Großforschungseinrichtungen

Parallel zu den staatlichen Schwerpunktlaboren laufen zentralstaatliche Bestrebungen, nationale Labore (national laboratories; 国家实验室; guojia shiyanshi) zu errichten. Bereits in den 1980er Jahren bis Anfang der 1990er Jahre wurden als Vorläufer des heutigen Programms die ersten vier Nationalen Labore in Verbindung mit der Errichtung von Großanlagen für Wissenschaft und Technologie gegründet. Dazu gehören das National Synchrotron Radiation Laboratory in Hefei, das Beijing Electron Positron Collider (BEPC) National Laboratory, das Beijing Tandem Accelerator Nuclear Physics National Laboratory und das National Laboratory of Heavy Ion Accelerator in Lanzhou (NLHIAL).

An die anfänglichen Bestrebungen wurde erst wieder im Jahr 2000 mit der Errichtung von nationalen Laboren auf Versuchsbasis angeknüpft. Der im selben Jahr erfolgten Gründung des Shenyang National Laboratory for Materials Science durch das Institute of Metal Research, CAS schlossen sich im Jahr 2003 die versuchsweise Errichtung von fünf weiteren nationalen Laboren an.<sup>75</sup> Im November 2017 kündigte das MoST an, dass alle sechs Einrichtungen nationale Labore aufbauen können, und stellten gleichzeitig eine Änderung in der Bezeichnung der Institutionen vor, die nun nationale Forschungszentren genannt werden. Die Namensänderung ist bisher lediglich in der chinesischen Bezeichnung sichtbar geworden: 国家研究中心; guojia yanjiu zhongxin statt wie bisher 国家实验室; guojia shiyanshi.

Unter den neu hinzugekommenen Laboren steht das Hefei National Laboratory for Physical Sciences

<sup>74</sup> MoST (2017a): State Key Laboratory Annual Report 2016 (国家重点实验室年度报告; guojia zhongdian shiyanshi niandu baogao);

Online: <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/zfwzndbb/201805/P020180521576150932136.pdf>.

MoST (2017b): Enterprise State Key Laboratory Annual Report 2016 (企业国家重点实验室年度报告, qiye guojia zhongdian shiyanshi niandu baogao);

Online: <http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/zfwzndbb/201805/P020180521578399847540.pdf>.

<sup>75</sup> Das vom Institute of Physics, CAS, betreute Beijing National Laboratory for Condensed-matter Physics, das Hefei National Laboratory for Physical Sciences at the Microscale an der University of Science and Technology of China, das Beijing National Laboratory for Information Science and Technology (Tsinghua University), das Beijing National Laboratory for Molecular Sciences (Peking University und Institute of Physics, CAS) und das Wuhan National Laboratory for Optoelectronics (Huazhong University of Science and Technology).

at the Microscale derzeit besonders im Blickpunkt. Der dortige Direktor der Abteilung für Quantenphysik und Quanteninformatik, Professor Pan Jianwei, auch bekannt als „Father of Quantum“<sup>76</sup> hat in den vergangenen Jahren mehrere internationale Auszeichnungen für seine Arbeiten in der Quantenverschränkung erhalten. Er hat den Standort in Hefei durch seine Erfolge bei der Entwicklung eines Quantencomputers und in der Quantenkommunikation bekannt gemacht.

Neben diesen gerade erst genehmigten Laboren befinden sich seit 2006 zehn weitere Labore im Versuchsstadium. Von diesen wurde bislang lediglich ein einziges, das von der Ocean University of China in Kooperation mit weiteren Institutionen betreute Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao), in den Probemodus erhoben. Da die nationalen Labore mittlerweile den Stellenwert als wichtigste Infrastruktur für technische Innovationen einnehmen, dürften zumindest einige der übrigen neun versuchsweise errichteten Labore in absehbarer Zeit hinzukommen. Die verbleibenden Labore decken ein breites Spektrum an strategisch wichtigen Sektoren ab.<sup>77</sup> Für die nationalen Labore gilt, dass sie vor allem entwicklungsstrategischen Zielen dienen sollen. Die wissenschaftliche Ausrichtung liegt dabei auf Pionierforschung und Grundlagenforschung.

Trotz der institutionellen Nähe der staatlichen Schwerpunktlabore und nationalen Labore weisen die beiden Formen grundsätzliche Unterschiede auf. Bei den staatlichen Schwerpunktlaboren handelt es sich um ein Schwerpunktprogramm, das es einem herausragenden Universitätsinstitut oder Forscherteam erlaubt, ein bestimmtes Forschungsprojekt oder Forschungsfeld mit ausreichender finanzieller

Ausstattung längerfristig zu bearbeiten als es beispielsweise die Sachbeihilfen der NSFC erlauben würden. Das bedeutet, dass nicht zwangsläufig in jedem Fall tatsächlich ein hierfür zweckbestimmtes physisch existierendes Labor errichtet wird. Die Bezeichnung kann jedoch als Signal für vorhandene fachliche Exzellenz dienen. Von geförderten Teams und Instituten wird erwartet, dass sie Spitzenleistungen bringen und den Austausch mit nationalen und internationalen Partnern suchen.

Der Aufbau nationaler Labore dagegen dauert nicht zuletzt auch deshalb so lange, weil hier eine physische Plattform geschaffen werden soll, die als Basis zur gemeinschaftlichen Nutzung von Innovationsressourcen und für eine Vielzahl unterschiedlicher Kooperationen dienen soll. Vor allem die nationalen Labore sind eng mit dem Aufbau großer Infrastrukturen für Wissenschaft und Technologie verbunden. Das sich seit dem Jahr 2015 im Probemodus befindliche Pilot National Laboratory for Marine Science and Technology (Qingdao) beispielsweise verfügt über Chinas erstes bemanntes Forschungs-U-Boot „Jiaolong“. Die Einrichtung besitzt ebenfalls einige weitere Forschungsschiffe (u.a. das „Kexue“) und das weltweit leistungsfähigste Rechenzentrum in der Meeresbiologie. Diese Ressourcen werden nicht nur von den 13 untergeordneten Laboren genutzt, sondern stehen auch über neu eingerichtete Ko-Nutzungsplattformen der Wissenschaftsgemeinde zur Verfügung. Gleiches gilt auch für die oben erwähnten Großanlagen wie dem BEPC oder dem Experimental Advanced Superconducting Tokamak (EAST), einem experimentellen supraleitenden Kernfusionsreaktor am Hefei Institute of Physical Science, eines der zehn Institute, die auf ihre Ernennung als nationales Labor warten.

<sup>76</sup> Gibney, E. (2017): Pan Jianwei. Father of Quantum. *Nature*. Online: <https://www.nature.com/immersive/d41586-017-07763-y/index.html#pan-jianwei>.

<sup>77</sup> Darunter fallen die Bereiche magnetische Fusionsenergie (Hefei Institutes of Physical Science, CAS), saubere Energie (Dalian Institute of Chemical Physics, CAS), Meerestechnik (Shanghai Jiaotong University), Mikrosystemtechnik (Nanjing University), schwere Erkrankungen (Chinese Academy of Medical Sciences), Proteinforschung (Institute of Biophysics, CAS), Luft- und Raumfahrttechnik (Beihang University), moderner Schienenverkehr (Xi'an Jiaotong University) und moderne Landwirtschaft (China Agricultural University).

Darüber hinaus sind einige Institute der CAS wie die National Astronomical Observatories, die für Chinas Großteleskope wie das Large Sky Area Multi-Object Fibre Spectroscopic Telescope (LAMOST) und das Five-hundred-meter Aperture Spherical Radio Telescope (FAST) zuständig sind, auf Verwaltung und Betrieb von Großanlagen spezialisiert (siehe auch Infobox 06: Restrukturierung der CAS-Institute, S. 61). Nach eigenen Angaben ist die CAS für 80 Prozent der chinesischen Großforschungsanlagen verantwortlich. Weitere Anlagen sind an einigen wenigen Spitzenuniversitäten angesiedelt. Zusätzlich zu den bisher genannten kann hier stellvertretend das vom Department of Engineering Physics der Tsinghua University betriebene China Jinping Underground Laboratory genannt werden.

Da China dem Aufbau wissenschaftlicher Großanlagen und Einrichtungen derzeit einen wichtigen Stellenwert einräumt, sind weitere Zentren entweder bereits im Bau oder in der Planungsphase. Ein Beispiel hierfür betrifft das Gebiet der translationalen Medizin, das sich mit der effizienten Umsetzung von präklinischer Forschung in die klinische Entwicklung beschäftigt. Bereits im Jahr 2014 hatte die NDRC die Einrichtung fünf neuer Forschungszentren für translationale Medizin angekündigt. Das National Infrastructures for Translational Medicine (Shanghai) am Institute for Translational Medicine der Shanghai Jiaotong University besteht bereits. In den kommenden Jahren sollen vier weitere Institute hinzukommen, zwei davon in Beijing für Altersheilkunde und seltene bzw. therapieresistente Erkrankungen, ein Zentrum für Molekulare Medizin an der Fourth Military Medical University in Xi'an und ein Zentrum für Biopharmazeutika am staatlichen Schwerpunktlabor für Biotherapien der Sichuan University.

### Weitere Innovationsplattformen

Neben den genannten Plattformen hat die chinesische Regierung über die Jahre hinweg noch eine Reihe weiterer Plattformen für Forschung und für wissensintensive Dienstleistungen für Innovationsakteure gefördert, was mitunter zu Duplikationen und Redundanzen von Aktivitäten geführt hat. Der im August 2017 veröffentlichte „Plan zur Optimierung und Integration von Wissenschafts-, Technologie- und Innovationsplattformen“ ist der neueste Versuch, die Plattformen neu zu strukturieren.<sup>78</sup> Darin werden die wichtigsten Plattformen aufgeführt und in eine neue Ordnung gebracht, die auch im späteren „13. Fünfjahresplan für die Errichtung nationaler Wissenschafts-, Technologie- und Innovationsplattformen und den Aufbau von Fähigkeiten zur Gewährleistung von Rahmenbedingungen für Wissenschaft und Technologie“ vom Oktober 2017 weiter Anwendung findet.<sup>79</sup>

In dieser dreiteiligen Ordnung (staatliche Schwerpunktlabore, staatliche Labore und Innovationsplattformen), die auch Dienstleistungsplattformen einschließt, werden die erwähnten nationalen Labore und die staatlichen Schwerpunktlabore als Plattformen zur Stärkung der Natur- und Ingenieurwissenschaften verstanden. Darüber hinaus existieren drei weitere Plattformen zur Stärkung technischer Innovationen und Technologietransfer. Darunter fallen die schon länger bestehenden National Engineering Research Centers (国家工程研究中心, guojia gongcheng yanjiu zhongxin), die unter Aufsicht der NDRC in Universitäten, staatlichen Forschungsinstituten und Unternehmen stehen und mit relativ starken FuE-Fähigkeiten ausgestattet sind. Außerdem bestehen National Technology Innovation Centers (

<sup>78</sup> Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MoST); Ministry of Finance (MOF); National Development and Reform Commission (NDRC) (2017b): Guanyu yinfa "Guojia keji chuangxin jidi youhua zhenghe fangan" de tongzhi. [Bekanntmachung über „das Programm für die Optimierung und Integration von nationalen Innovationsplattformen“] Online: [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201708/t20170824\\_134589.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201708/t20170824_134589.htm).

<sup>79</sup> Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MoST); Ministry of Finance (MOF); National Development and Reform Commission (NDRC) (2017a): Guanyu yinfa "Shi san wu' guojia keji chuangxin jidi yu tiaojian baozhang nengli jianshe zhuanxiang guihua" de tongzhi [Bekanntmachung des „Programm für den Aufbau von nationalen Innovationsplattformen und deren Fähigkeiten zur Sicherung der Bedingungen im 13. Fünfjahresplan“]. Online: [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201710/t20171026\\_135754.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201710/t20171026_135754.htm).

国家技术创新中心, guojia jishu chuangxin zhongxin) und National Clinical Research Centers (国家临床医学研究中心, guojia linchuang yixue yanjiu zhongxin)<sup>80</sup> von der zuletzt genannten Kategorie existieren 32 Zentren. Die National Technology Innovation Centers sind eine neue Plattform, die erst mit den im November 2017 veröffentlichten „Leitlinien für die Errichtung von National Technology Innovation Centers“ ins Leben gerufen wurden.<sup>81</sup> Bis zum Ende der 13. Fünfjahresplan-Periode im Jahr 2020 sollen etwa 20 Zentren errichtet werden.

### *Comprehensive Science Centers*

Die CAS plant bis 2020 drei Comprehensive National Science Center (综合性国家科学中心; zhonghexin guojia kexue zhongxin) an den Standorten Zhangjiang (Shanghai), Hefei (Anhui) und Huairou (Beijing) zu errichten und diese bis 2030 so zu entwickeln und auszubauen, dass sie mit internationalen Wissenschaftsstandorten konkurrieren können: Die Vision ist die Entwicklung von Innovationszentren nach dem Vorbild des Silicon Valley. Die Zentren befinden sich seit 2015 in Planung und werden aktuell schrittweise

## Infobox 10: Chinas nationale Wissenschaftszentren

**Zhangjiang:** In der Nähe von Shanghai wird dies Wissenschaftszentrum errichtet. Schon jetzt befinden sich in Shanghai 610 Hauptsitze multinationaler Firmen und 418 FuE-Zentren ausländischer Unternehmen. Diese sollen die Basis für das weitere Wachsen des Wissenschaftsparks Zhangjiang bilden. Forschungsfokus: Photonik, Biowissenschaften, Informationstechnologie (sowie die Verbindung dieser beiden Bereiche), Künstliche Intelligenz und Hirnforschung.

**Huairou:** Im Norden Pekings soll bis 2020 der bereits existierende Wissenschaftspark, der zu dem Science Park Zhongguancun gehört, ausgebaut und durch ein Comprehensive National Science Center ergänzt werden. Momentan befinden sich dort vier Großprojekte aus den Bereichen der Geowissenschaft („Earth-Simulator“ und eine Einrichtung zur Analyse des Wetters) und der Teilchenphysik (Bau eines neuen Synchrotrons, Bau einer Einrichtung zur Aufnahme von Bildern von Reaktionsprozessen in der Biologie) in Planung und im Bau.

**Hefei:** Die Errichtung des Wissenschaftszentrums in Hefei begann im Februar 2017 und soll ebenfalls die bereits vorhandenen FuE-Strukturen bündeln und somit ihre Effizienz und Innovationskraft stärken. Hefei ist bereits jetzt eine der stärksten Hightech-Regionen Chinas mit über 1.000 FuE-Instituten, über 700 Unternehmen im Hightech-Bereich und über 15.000 Patenten im Jahr 2016. Die Forschungsinfrastruktur umfasst einen Tokamak-Kernfusionsreaktor, einen Teilchenbeschleuniger und eine Einrichtung zum Herstellen hochenergetischer Magnetfelder. Sie wird in den nächsten Jahren um einen neuen Kernfusionsreaktor und einen neueren Teilchenbeschleuniger ergänzt. Forschungsfokus: Kommunikationstechnologien, Energie, Gesundheit und Umwelt, Kernfusion, Quanten-Kommunikation, Smog-Bekämpfung und Krebsprävention. Ebenfalls in Hefei ansässig ist die Hochschule der CAS sowie das der CAS zugehörige Institute of Physical Science, das an diesem Standort eine Scharnierfunktion zwischen Forschung und Bildung einnehmen soll.

Quelle: Eigene Zusammenstellung aus Angaben in Webseiten der Lokalregierungen, der CAS (Newsroom) sowie China Daily und People's Daily Online.

<sup>80</sup> Development Solutions Europe 2018

<sup>81</sup> Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China (MoST) (2017d): Guan yu yinfa guojia jishu chuangxin zhongxin jianshe gongzuo zhiyin de tongzhi. [Bekanntmachung der Implementierungsrichtlinie für den Aufbau der nationalen technologischen Innovationszentren] Online: [http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201711/t20171123\\_136430.htm](http://www.most.gov.cn/mostinfo/xinxifenlei/fgzc/gfxwj/gfxwj2017/201711/t20171123_136430.htm).

<sup>82</sup> Development Solutions Europe (2018): Advance EU Access to Financial Incentives for Innovation in China Guide for EU stakeholders on Chinese national STI funding programmes. Online: <http://china.enrichcentres.eu/sharedResources/users/4807/Access%20to%20incentives%20for%20innovation%20in%20China.pdf>.

aufgebaut. Den Startschuss gab dabei das Zentrum in Shanghai zu Beginn des Jahres 2017, während das Zentrum in Huairou im Juni 2017 die Zusage und Bestätigung zum Bau erhielt.

Ziel ist vor allem die Zentralisierung und Verknüpfung von bereits bestehenden FuE-Instituten sowie die Bereitstellung von Forschungseinrichtungen wie Teilchenbeschleunigern oder Kernfusionsreaktoren. Des Weiteren soll auch die zivile Infrastruktur in den Wissenschaftszentren ausgebaut werden, damit die Standorte für Wissenschaftler attraktiver werden. Weiterhin sollen Forschung und Ausbildung enger verbunden werden.

Zusammenfassend stellt sich die Entwicklung der Forschungsinfrastruktur als eine sehr umfassende Initiative auf Ebene der Zentralregierung und Lokalregierungen dar, die Kooperation zwischen den verschiedenen Akteuren im Innovationssystem zu verbessern. In den vielfältigen Plattformen für Forschung und Innovation sollen sowohl die besten Forschungsteams gefördert als auch Unternehmen mit in die Innovationsentwicklung eingebunden werden. Die Bestandsaufnahme der Staatlichen Schwerpunktelabore, der Nationale Forschungslabore und Großforschungsanlagen spiegelt gleichzeitig die Ambition der politischen Führung wider, die Infrastrukturvoraussetzungen für Chinas Aufstieg zu einem der wichtigsten Forschungsstandorte zu schaffen.

### Internationalisierung der chinesischen Forschung

Der wirtschaftliche und wissenschaftliche Aufstieg Chinas hat auch die internationale Ausrichtung der chinesischen Forschung beeinflusst. Während das Land zu Beginn der Wirtschaftsreformen in den 1980er Jahren in der technologischen Zusammenarbeit mit dem Ausland Empfänger des Technologie-

transfers war, besteht heute eine gleichberechtigte Beziehung zu den entwickelten Industrieländern. Gegenüber anderen Schwellen- und Entwicklungsländern tritt China inzwischen als Geber von Know-how auf. Darüber hinaus fördert die politische Führung Chinas die Positionierung der Universitäten und Forschungsinstitute im internationalen Vergleich, um damit sichtbarer und attraktiver für Kooperationen zu werden.

Offiziellen chinesischen Statistiken zufolge hatte China im Jahr 2017 rund 160 wissenschafts- und technologieorientierte (W & T) Kooperationen mit anderen Ländern, Regionen und internationalen Organisationen. Weiterhin bestehen 111 zwischenstaatliche WT-Abkommen. China ist inzwischen Mitglied in rund 200 zwischenstaatlichen WT-Organisationen. Mit den USA, der EU, Deutschland, Frankreich, Israel, Brasilien, Russland und Kanada ist China in einen formalen Innovationsdialog getreten, und in der Zusammenarbeit mit Entwicklungsländern bestehen sechs WT-Partnerschaftsprogramme mit Südafrika, der ASEAN, Südasien, der Shanghaier Organisation für Zusammenarbeit (SOZ), Lateinamerika und arabischen Staaten.<sup>83</sup>

#### *Internationale Megaprojekte und Forschungskooperationen*

Die Nutzung von Plattformen als Mechanismus zur Förderung der Entwicklung von Wissenschaft und Technologie ist nicht nur auf das Inland beschränkt. Ein Kernanliegen der chinesischen Regierung ist, den internationalen Austausch zur Steigerung der eigenen Innovationskapazitäten zu nutzen. Plattformen werden in diesem Zusammenhang als ein zentrales Element für die Entwicklung und Durchführung kooperativer Forschungsprojekte, die Anwerbung und den Austausch von Nachwuchs- und Spitzenforschern sowie die Verlinkung von verschiedenen

<sup>83</sup> Huang, W. (2018): *China's S&T Progress over the Past 40 Years since Reform and Opening-up*. China-Germany STI Cooperation. Research and Promotion Center und das ASEM Water Resources Research and Development Center in Changsha, Hunan.

### Infobox 11: Chinas Beteiligung an Internationalen Megaprojekten (ausgewählte Beispiele)

- das Generation IV International Forum (GIF) zur Erforschung und Entwicklung zukünftiger Kernkraftwerke,
- den auf dem Tokamak-Prinzip basierenden International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER),
- das Radioteleskop Square Kilometer Array (SKA),
- das Integrated Ocean Drilling Program (IODP),
- den Large Hadron Collider (LHC) der Europäischen Organisation für Kernforschung (CERN),
- das Human Genome Project (HGP) und
- die Group on Earth Observations (GEO) zur Errichtung eines Global Earth Observing System of Systems (GEOSS).

Quelle: Department of International Cooperation, MoST: China Science & Technology Newsletter, verschiedene Ausgaben.

Phasen des Innovationsprozesses betrachtet. Die internationale Ausrichtung der chinesischen Innovationspolitik kommt nicht nur in der (weiteren) Öffnung nationaler Plattformen für ausländische Forscher und ausländische institutionelle Partner zum Ausdruck, sondern auch in der Beteiligung chinesischer Akteure in internationalen Megaprojekten.

China ist mittlerweile in 21 internationalen Großprojekten involviert. Für viele der internationalen Großanlagen sind in China inzwischen auch eigene Pendanten fertiggestellt, sind im Bau oder in der Planungsphase. Die chinesische Regierung hat unterdessen damit begonnen, über die nationalen Großprojekte hinauszudenken und sich für Führungspositionen in internationalen Großprojekten in Stellung zu bringen. Bisher hat sich das chinesische Interesse in der Diskussion um den Nachfolger des LHC am CERN manifestiert.

Im März 2018 veröffentlichte der Staatsrat einen Plan für die Organisation von internationalen wissenschaftlichen Megaprogrammen und ingenieurwissenschaftlichen Megaprojekten.<sup>84</sup> Der Plan zielt auf eine Führungsrolle Chinas in internationalen Projekten zur Stärkung der nationalen Innovationskapazität und des Einflusses auf wissenschaftliche Zukunftsfelder und ist Teil der „Diplomatie mit chinesischen Charakteristika“. Dem Plan zufolge sollen bis 2020 drei bis fünf Megaprojekte entwickelt werden, von denen ein bis zwei als internationale Projekte umgesetzt werden sollen. Priorisiert werden sollen die Bereiche Materialforschung, Evolution des Universums, Ursprung des Lebens, Erdsystem sowie Umwelt- und Klimawandel. Bis 2035 sollen weitere sechs bis zehn internationale Projekte hinzukommen. Zur Mitte des Jahrhunderts will China dann in der Lage sein, vielfältige Projekte mit Erfolg zu leiten.

<sup>84</sup> State Council of the PRC (2018b): Guowuyuan guanyu yinfa jiji qiantou zuzhi guoji da kexue jihua he da kexue jingcheng fangan de tongzhi. [Veröffentlichung des Plans „eine aktive und führende Rolle in der Leitung und Planung internationaler Forschungsprojekte einzunehmen“ vom Staatsrat. Online: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-03/28/content\\_5278056.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-03/28/content_5278056.htm).

In den letzten Jahren war China besonders erfolgreich im Aufbau von W&T-Infrastrukturen zur Kooperation mit Ländern des globalen Südens. Diese Aktivitäten laufen üblicherweise im Zusammenhang mit der Belt and Road Initiative (BRI). Staatspräsident Xi Jinping kündigte im Jahr 2017 den Belt and Road Science, Technology and Innovation Cooperation Action Plan an, der die Kooperationen intensivieren soll. Bisher wurden in diesem Zusammenhang bereits 22 internationale Labore eingerichtet; insgesamt sind 50 Labore dieser Art vorgesehen.<sup>85</sup>

Zusätzlich zu den genannten Forschungseinrichtungen, die vor allem den Austausch mit Forschern aus den jeweiligen Partnerländern ermöglichen sollen, hat China noch eine Vielzahl weiterer Kooperationsinitiativen gestartet. Darunter fallen eine Reihe von Ausbildungsworkshops für Fachpersonal, Programme zur Finanzierung von China-Aufenthalten für Nachwuchswissenschaftler, die Einrichtung von auf bestimmte Regionen und Ländergruppen spezialisierte Technologietransferzentren in verschiedenen chinesischen Provinzen und die kooperative Einrichtung von Wissenschafts- und Industrieparks in den Partnerländern.

#### *Chinas Forschungsk Kooperation mit den USA und Europa*

Die Kooperation mit den hochentwickelten Ländern, insbesondere den USA und Europa sowie im APRA-Raum mit Japan und Südkorea ist inzwischen sehr vielfältig. Bilaterale Rahmenabkommen für die Forschungsk Kooperation zwischen China und diesen Ländern weisen vielfach mittel- und langfristige Kooperationsvereinbarungen, gemeinsame Calls für Forschungsprojekte mit gemeinsamer Finanzierung,

bilaterale Hochschulkooperationen sowie Förderprogramme für die Mobilität eigener und chinesischer Wissenschaftler auf.

Thematisch dominieren Forschungsfelder, die mit grenzüberschreitenden Herausforderungen verbunden sind, vor allem Klima- und Umweltschutz, nachhaltige Stadtentwicklung, nachhaltige Energieformen, Gesundheit und Agrarentwicklung. In den USA ist auf der nationalen Ebene vor allem die US National Science Foundation wichtigster Kooperationspartner in bilateralen Projekten mit China. Die Forschungsk Kooperation auf der EU-Ebene mit China läuft über langfristige Rahmenprogramme wie das FP7 (Siebtes EU-Rahmenprogramm für Forschung, Technologische Entwicklung und Demonstration (2007-2013)). 2014 wurden die Forschungsrahmenprogramme mit weiteren Programmen im Horizont 2020-Programm zusammengeführt.

Im Bericht der EU Kommission zur Forschungsk Kooperation mit China von Oktober 2018 werden neben einer Bestandsaufnahme und einer Roadmap für die zukünftige S & T-Zusammenarbeit auch die Rahmenbedingungen der Zusammenarbeit thematisiert. Fortschritte sieht die EU Kommission vor allem beim reziproken Zugang zu Fördermitteln auf beiden Seiten. Als Beispiel hierfür gelten die neuen Managementregeln für den Zugang zum National Key R & D Programm, die eine de-facto Ermütigung der gemeinsamen Forschung darstellten. Große Chancen für europäische Wissenschaftler und Unternehmen bestehen aus Sicht der Kommission auch im Rahmen des „Made in China 2025“-Programms. Voraussetzung dafür sei jedoch die Reziprozität für europäi-

<sup>85</sup> Zu den bisher errichteten internationalen Laboren gehören unter anderem das China-Mongolia Joint Laboratory of Applied Molecular Technology, das China-Cambodia Food Industry Laboratory, das China-Laos Joint Laboratory on Renewable Energy, das China-Myanmar Joint Laboratory of Radar and Satellite Communication, das China-Nepal Joint Research Center of Geography, das China-Egypt Renewable Energy National Joint Laboratory und das China-Russia Joint Laboratory on Grassland Ecosystem in Hohhot (Inner Mongolia). Darüber hinaus gibt es Labore mit regionalen Partnern wie das China-ASEAN Marine Aquaculture Technology Joint Research and Promotion Center und das ASEM Water Resources Research and Development Center in Changsha, Hunan.

## Infobox 12: Forschungsthemen in der Kooperation Chinas mit der EU und den USA

### Nahrungsmittel und Landwirtschaft

#### EU-China:

Start einer Flaggschiff-Initiative in Zusammenarbeit mit CAAS im Jahr 2013. Die Initiative resultierte in 12 gemeinsamen Teilprojekten und wird ko-finanziert mit EU-Mitteln in Höhe von 94 Millionen €. Die Initiative läuft auch 2018-2020 weiter mit neuen Schwerpunktthemen im Rahmen von Horizon 2020.

#### USA-China:

Zusammenarbeit im Bereich der Schädlingsbekämpfung und Genforschung mit dem Ziel der Verbesserung des Sicherheitsstandards bei Nahrungsmitteln und Medikamenten.

### Umwelt, Klima, nachhaltige Stadtentwicklung

#### EU-China:

Das Thema nachhaltige Stadtentwicklung ist bereits im Horizon 2020 für den Zeitraum 2016-17 aufgegriffen worden. Das URBAN-EU-CHINA-Projekt weist eine Ko-Finanzierung der NSFC aus. Für die Periode 2018-2020 sieht die Planung zwei Flaggschiff-Projekte in Zusammenarbeit mit MoST zu grüner Mobilität und nachhaltiger Energie im urbanen Raum vor. Weiterhin wird die China-Europe Water Platform durch EU-Mittel gefördert.

#### USA-China:

Gemeinsame Projekte zur Verbesserung von Luft- und Wasser-Qualität im Rahmen des US-China Ten-Year Framework for Cooperation on Energy and Environment (TYP).

### Energieforschung

#### EU-China:

Im nuklearen Bereich: Intensive Zusammenarbeit, vor allem ITER. Projekt ALISA in Zusammenarbeit von Euratom und der China Atomic Energy Authority (CAEA). Geplante Zusammenarbeit zwischen

dem Chinese Fusion Engineering Testing Reactor (CFETR) und dem europäischen Demonstration Fusion Power Reactor (DEMO).

Im nicht-nuklearen Bereich: Zusammenarbeit in den Bereichen Carbon Capture and Storage (CCS) und Near Zero Emission Coal (NZEC). Geplante Projekte im Bereich Solarenergie und Wasserstoff-Energie im Rahmen von H2020 und MOST.

#### USA-China:

Im nuklearen Bereich: Gemeinsame Planung und Bau einer neuen Generation von Atomkraftwerken (AP1000) in Sanmen (2018 in Betrieb gegangen). Teilnahme am Daya Bay Neutrino Experiment.

Im nicht-nuklearen Bereich: Zusammenarbeit im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energien im Rahmen des TYP. Seit 2009 gemeinsames Betreiben des Clean Energy Research Center (150 Millionen USD).

### Gesundheit

#### USA-China:

Kooperation zwischen den Centers for Disease Control (CDC) und China in den Bereichen HIV/AIDS, Immunisierung und Epidemie-Prävention. Enge Zusammenarbeit der NIH mit chinesischen Partnern.

### Weltraumforschung

#### EU-China:

Zusammenarbeit zwischen Galileo und BeiDou, im Rahmen des China-Europe GNSS Technology Training and Cooperation Center (CENC) und der Projekte COMPET und PROTECT (H2020). Geplante Zusammenarbeit im Rahmen der GEO.

#### USA-China:

Mitarbeit Chinas am Alpha Magnetic Spectrometer der ISS.

sche Investoren. Zu den Rahmenbedingungen, die weiterhin die Kooperation erschweren, gehören der Kommission zufolge vor allem die weiterhin unzureichende Berücksichtigung des Schutzes geistiger Eigentumsrechte.<sup>87</sup>

#### *Chinesische Universitäten in internationalen Rankings*

Die chinesische Regierung ist an einer Ausweitung der Zusammenarbeit mit hochentwickelten Ländern und führenden Innovationsnationen sehr interessiert. Neben den o. g. bilateralen Rahmenprogrammen zur Forschungsk Kooperation fördert sie deshalb auch die internationale Sichtbarkeit chinesischer Forschungsinstitutionen. Insgesamt hat sich aufgrund der rasanten Publikationsentwicklung und der rapide steigenden Patentanmeldungen die Sichtbarkeit der chinesischen Forschung bereits deutlich erhöht. Sie schlägt sich auch in den Ländervergleichen der Bildungs- und Forschungslandschaft in Form von Universitäts-Rankings nieder. Diese werden in China auch als Indikator für die Wettbewerbsfähigkeit der einheimischen Hochschullandschaft herangezogen. Zu den meistbeachteten Universitäts-Rankings gehören die Times Higher Education (THE) World University Rankings, das Academic Ranking of World Universities (ARWU), das auch als Shanghai Ranking bekannt ist, und die QS World University Rankings. Während keines der drei Rankings ohne Kritik ist was die Platzierung einzelner Hochschulen betrifft, so spiegeln die Rankings dennoch Trends in der internationalen Sichtbarkeit der nationalen Universitätslandschaften wider. Für China ist ein positiver Trend vorhanden, vor allem in Hinblick auf das gestiegene Prestige durch den erhöhten Forschungsausstoß in den Natur- und Ingenieurwissenschaften, die in den Rankings eine besonders starke Berücksichtigung finden.

In jüngster Zeit konvergieren die Einschätzungen der drei Rankings in zweierlei Hinsicht: Zum einen erkennen die Rankings eine Spitzengruppe von sieben Universitäten, die nunmehr beständig zu den internationalen Top-200 Universitäten gehören. Zu dieser Gruppe gehören die Peking University, Tsinghua University, Zhejiang University, Fudan University, Shanghai Jiaotong University und Nanjing University. Alle sieben Universitäten gehören der sogenannten C9 League an, einer offiziellen Allianz von Universitäten, die häufig als Chinas „Ivy League“ bezeichnet werden. Die übrigen zwei C9-Universitäten, das Harbin Institute of Technology und die Xi'an Jiaotong University, fallen demgegenüber in den Rankings ab. Ein zweiter wesentlicher Trend besteht in der Zunahme der zahlenmäßigen Präsenz chinesischer Universitäten in den Ranglisten. Zwar unterliegen die Ranglisten tendenziell einer höheren Fluktuation und viele chinesische Neueinsteiger sammeln sich noch auf den hinteren Plätzen. Dennoch spiegelt sich die Entwicklung des chinesischen Bildungs- und Forschungssystems darin wieder, dass immer mehr chinesische Universitäten in die Ranglisten Einzug halten.

Ein wichtiger Aspekt der Rankings ist, dass Universitäten in das Blickfeld rücken, die vonseiten der chinesischen Regierung auf nationaler Ebene bisher wenig Berücksichtigung gefunden haben. Dazu gehören eine Reihe technischer Universitäten, vor allem in den entwickelten Städten im Jangtse- und Perlflossdelta, wie beispielsweise die Nanjing Tech University, die Zhejiang University of Technology, die Hangzhou Dianzi University oder die erst kürzlich gegründete Southern University of Science and Technology (SUSTech) in Shenzhen. Gerade Shenzhen ist außerhalb der neueren Rankings und den bibliometrischen Analysen dieses Berichts bislang wenig in Erscheinung getreten (siehe Infobox 07: Der südchinesische Universitätsstandort Shenzhen auf S. 64).

<sup>86</sup> US Department of State (2017) Implementation of Agreement between the United States and China on Science and Technology Public Law 107-314. Online <https://fas.org/irp/world/china/docs/scitech-2016.pdf>; EU Commission (2017): Roadmap für EU-China S&T Cooperation. Hayashi, Y. (2016): Science and Technology Cooperation between China and Leading Nations—How Do the USA, Europe, etc., View China's Science and Technology, and How Do They Cooperate?, Center for Research and Development Strategy, Japan Science and Technology Agency. Online: [https://www.jst.go.jp/crds/pdf/en/CN20160127\\_EN.pdf](https://www.jst.go.jp/crds/pdf/en/CN20160127_EN.pdf).

<sup>87</sup> EU Commission (2018): Roadmap für EU-China S&T Cooperation. Online: [https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/cn\\_roadmap\\_2018.pdf](https://ec.europa.eu/research/iscp/pdf/policy/cn_roadmap_2018.pdf)

Sowohl das ARWU Ranking als auch die QS Rankings führen gesonderte Ranglisten für eine Auswahl von Wissenschaftsfeldern. Laut den QS Rankings sind sechs bis sieben chinesische Universitäten unter den internationalen Top-100 in Computerwissenschaften und Materialwissenschaften. In den Lebenswissenschaften sind mit der Peking University, Tsinghua University, Fudan University und Shanghai Jiaotong University weniger Universitäten vertreten. Das ARWU Ranking zählt mit 17 bis 19 Universitäten noch mehr chinesische Universitäten zur Weltspitze in den beiden erstgenannten Wissenschaftsfeldern. Auch das ARWU Ranking erkennt Nachholbedarf in den Lebenswissenschaften, sieht aber 16 Hochschulen in den Top 100 in der Unterkategorie Biomedizintechnik (biomedical engineering).

#### *Chinas Naturwissenschaften in internationalen Rankings*

Neben den Universitäts-Rankings haben die Institutionenvergleiche, die Springer Nature auf Basis des Nature Index zusammenstellt, China in den Fokus gerückt. Der Nature Index ist eine Datenbank, die ihre Informationen aus einer Selektion der 82 wichtigsten naturwissenschaftlichen Zeitschriften bezieht und damit einen groben Anhaltspunkt über den Ausstoß an qualitativ hochwertigeren Artikeln in den Naturwissenschaften zulässt. Der Nature Index sieht die Chinese Academy of Sciences (CAS) in absoluten Zahlen und ohne Berücksichtigung von Größenunterschieden noch vor der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und dem Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) als die Wissenschaftsinstitution mit den besten Publikationsergebnissen in den relevanten Zeitschriften an. In Hinblick auf Universitäten finden sich inzwischen 16 chinesische Hochschulen unter den Top-100, wobei die Peking University und Tsinghua University in den Top-10 angesiedelt sind. Das ist noch weit weniger als die 44 US-amerikanischen Universitäten unter den Top-100, aber mehr als die nachfolgenden sieben japanischen, sieben britischen und sechs deutschen Universitäten.

Insgesamt nimmt China in der Höhe der Publikationszahlen den zweiten Platz hinter den USA und vor Deutschland, vor dem Vereinigten Königreich und Japan ein. China liegt auch in Chemie, den Geowissenschaften und der Physik direkt hinter den USA auf Rang zwei. Lediglich in den Lebenswissenschaften rangiert das Land noch auf Rang vier hinter den USA, dem Vereinigten Königreich und Deutschland. Da China mit Abstand das Land mit den am schnellsten wachsenden Publikationszahlen ist, wird das Land weiter zu den USA aufschließen und die übrigen Länder noch stärker auf Abstand halten.

Dies zeigt sich in den Ranglisten zu den 100 aufstrebenden Institutionen im Nature Index. Im Jahr 2017 kamen 51 aufstrebende Institutionen aus China. Auf dem Gebiet der Chemie sind acht der Top-10 in der Liste der aufstrebenden Institutionen aus China, in der Physik sind es sogar neun und in den Geowissenschaften sechs. Obwohl die Lebenswissenschaften bisher nicht zu den Stärken des Landes gehörten, waren immerhin vier Institutionen unter den Top-10 der aufstrebenden Institutionen. Zu den Aufsteigern im Nature Index zählen sowohl bekannte Universitäten wie Tsinghua University, Shanghai Jiaotong University und University of Science and Technology of China als auch bisher weniger im Fokus stehende Hochschulen wie die University of Chinese Academy of Sciences, Nanjing Tech University, die Southern University of Science and Technology und Shenzhen University.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass Chinas Internationalisierung der Forschung in den letzten Jahren schnelle Fortschritte gemacht hat. Indikatoren hierfür sind einerseits die Beteiligung an internationalen Megaprojekten und andererseits der Ausbau der eigenen Forschungsinfrastruktur für Megaprojekte, die eine gute Ausgangslage für die weitere Einbindung Chinas und eine zukünftige Führungsrolle in einzelnen Forschungsthemen bilden. Weiterhin hat China mit den wichtigsten Industrieländern Forschungsk Kooperationen auf nationaler Ebene

### Infobox 13: Datenzugänge

Im Rahmen der hier vorgestellten Analysen wurden Rankings der asiatisch-pazifischen Forschungseinrichtungen auf Basis von Zeitschriftenveröffentlichungen und deren Zitierungen erstellt. Diese Rankings werden für alle wissenschaftlichen Publikationen insgesamt sowie für 27 Wissenschaftsfelder ausgewiesen. Ein weiteres Ranking auf Basis von Patentanmeldungen stellt für chinesische Forschungseinrichtungen und Unternehmen insgesamt sowie im Bereich von vier ausgewählten Technologiefeldern – Elektromobilität, Quantenforschung, Medizintechnik und Materialforschung – die jeweils 100 patentstärksten Akteure dar. Die Daten und Rankings können unter <https://www.kooperation-international.de/> abgerufen werden.

sowie dezentral über Hochschulkooperationen und andere Formen der Zusammenarbeit. Allerdings sind die Forschungsk Kooperationen zwischen den US und China derzeit von Konflikten in den Bereichen Handel und Investitionen überschattet.

### Deutsch-Chinesische Forschungskoope- ration

Mit der Unterzeichnung des bilateralen Abkommens über die wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit zwischen China und Deutschland im Jahre 1978 erhielt die Forschungskoope-  
ration zwischen beiden Ländern einen stabilen institutio-  
nellen Rahmen. Der schnelle wirtschaftliche Aufstieg und die Ausweitung der Forschungskapazitäten machten China vor allem in den letzten zwei Dekaden zu einem wichtigen Partner Deutschlands in der internationalen Forschungskoope-  
ration. Zwar ist die

Zusammenarbeit mit Deutschland für China in vielen Bereichen nach wie vor von großer Bedeutung, doch zeigte die Entwicklung der Ko-Publikationen bis 2012, dass China mit vielen Ländern zunehmend stärker kooperierte als mit Deutschland.<sup>88</sup>

Während die Zusammenarbeit von Forschungsinstituten und Universitäten bei grenzüberschreitenden Herausforderungen wie Klimaschutz, Gesundheit oder Sicherheit für Deutschland und China vergleichbare hohe Vorteile mit sich bringt, besteht auf Unternehmensebene aufgrund des extremen Wettbewerbs eine andere Situation. Forschungskoope-  
rationen zwischen Unternehmen sind seltener und Forschungsaktivitäten deutscher Unternehmen in China beschränken sich oftmals auf Produktanpassungen für den chinesischen Markt. Die Gründe hierfür werden in den nächsten Abschnitten im Einzelnen diskutiert. Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die wichtigsten Themenfelder, Dialogforen und Projekte der bilateralen wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit gegeben. Hierbei werden sowohl die Kooperation auf nationaler Ebene zwischen beiden Ländern als auch die Zusammen-  
arbeit der wichtigsten Akteure betrachtet.

#### *W&T-Kooperation zwischen Deutschland und China*

In der Zusammenarbeit zwischen Deutschland und China besteht ein enges Netz von Institutionen und Abstimmungsmechanismen. Institutionell sind hier vor allem auf der deutschen Seite das BMBF sowie das chinesische MoST im Dialog sowie deutsche Wissenschaftsförderorganisationen wie die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) mit ihrem chinesischen Partner NSFC. Darüber hinaus sind themenabhängig auch weitere Ministerien aus Deutschland und China in der Kooperation aktiv. Wichtigste Forschungsorganisationen sind in Deutschland neben den Universitäten und Hochschulen die außeruni-  
versitären Forschungsverbände wie die Fraunhofer-Gesellschaft, die Helmholtz-Gemeinschaft, die Leibniz

<sup>88</sup> Frietsch, R.; Tagscherer, U. (2014): *German-Sino collaboration in science, technology and innovation*, Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 43, Karlsruhe: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI, S. 12-13.

Gemeinschaft und die Max-Planck-Gesellschaft. Die besondere Bedeutung der CAS in China macht deren Forschungsinstitute nach wie vor zu wichtigen Kooperationspartnern neben den Universitäten und Hochschulen. Bereits 1985 gründete die Max-Planck-Gesellschaft zusammen mit der CAS das „Lab of Cell Biology“ und weitete die Zusammenarbeit durch den Aufbau des „Interdisciplinary Research Center“ mit der CAS im Jahre 2002 und der Vereinbarung über die gemeinsame Gründung des „Institute of Computational Biology“ im Jahre 2004 aus.<sup>89</sup>

Seit der Neuausrichtung des chinesischen Wirtschaftsmodells auf ein innovationsgetriebenes Wachstum und der damit verbundenen Förderung von Megaprojekten sowie der „Made in China 2025“-Strategie hat der Austausch zur wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit (WTZ) im Rahmen der regelmäßig stattfindenden deutsch-chinesischen Regierungskonsultationen eine zentrale Funktion erhalten. Über „Gemeinsame Erklärungen“ zu Forschungsthemen und Dialogen wurde sowohl während der Regierungskonsultationen als auch im Rahmen von WTZ-Sitzungen die Kooperationsfelder bestimmt. Hierzu zählen die Themen Lebenswissenschaften, Sauberes Wasser, Meeres- und Polarforschung und Berufsbildung. Seit 2016 sind Aktivitäten in den Bereichen Biomaterialien sowie Intelligente Fertigung und Smart Services hinzugekommen. Im Rahmen der Regierungskonsultationen 2018 wurde außerdem die Klimaforschung als weiteres Thema für die bilaterale Kooperation identifiziert.

Die im Jahre 2011 gegründete „Deutsch-Chinesische Plattform Innovation“ fördert als Dialogforum zwischen China und Deutschland den Austausch über die Struktur und Entwicklung der nationalen Innovationssysteme, Innovationspolitiken und Best Practice. Die vom BMBF geförderte Plattform bringt deutsche und chinesische Wissenschaftler sowie Vertreter aus Politik und Wirtschaft zu regelmäßigen Workshops und Konferenz zusammen. Gleichzeitig dient sie auf deutscher Seite der Vernetzung chinabezogener

Innovationsexpertise. Offizieller Kooperationspartner der Plattform ist das MoST (Deutsch-Chinesische Plattform Innovation (DCPI)).

Anlässlich der 40jährigen bilateralen WT-Zusammenarbeit wurden wichtige Projekte im DUZ-Special (2018) „Gemeinsam globale Herausforderungen bewältigen“ vorgestellt. Dazu zählen die Kooperation zum Thema sauberes Wasser und Schutz der Ökosysteme, die Forschung zur nachhaltigen Stadtentwicklung, Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Unternehmen in Lebenswissenschaften/Biologie sowie in Schlüsseltechnologien wie Elektromobilität und Industrie 4.0. Darüber hinaus bietet auch die 2015 veröffentlichte „China Strategie“<sup>90</sup> viele Beispiele der deutsch-chinesischen Forschungskooperation.

#### Infobox 14: Die Aktivitäten der Leibniz-Gemeinschaft als Beispiel für Deutsch-Chinesische Forschungskooperation

Die Leibniz-Gemeinschaft umfasst 93 Forschungsinstitute in nahezu allen Bereichen der Geistes- und Naturwissenschaften. Seit 2012 nahm die Kooperation schnell zu, sodass aktuell 43 Institute eine Zusammenarbeit mit China aufweisen. Diese basiert auf vertraglichen Vereinbarungen, Personalaustausch (in 27 Instituten), einer steigenden Zahl der chinesischen PhD-Studierenden und PostDocs (Leibniz Gemeinschaft 2018).

Schwerpunkte der Forschungszusammenarbeit sind

- Umweltwissenschaften (Klimaforschung, Dekarbonisierung, Luftverschmutzung, Bioökonomie und Nachhaltige Stadtentwicklung),
- Land- und Wasserwirtschaft
- Sozial- und Wirtschaftsforschung
- Gesundheitsforschung und
- Technologieforschung.

<sup>89</sup> Huang, W. (2018): *Progress over the Past 40 Years since Reform and Opening-up*. China-Germany STI Cooperation.

Am Beispiel der Leibniz-Gemeinschaft, die in der Zusammenarbeit mit China gegenüber den anderen außeruniversitären Forschungseinrichtungen noch im Aufholprozess begriffen ist und noch keine eigene „China-Strategie“ entwickelt hat, wird deutlich, wie vielfältig die Forschungsk Kooperationen mit China bereits sind.

Angaben zur Gesamtzahl der im Laufe der vergangenen 40 Jahre durchgeführten zwischenstaatlichen Kooperationen gehen nach chinesischen Berechnungen von rund 700 Projekten aus. Chinas Anteil an der Finanzierung wird mit knapp eine Milliarden Euro ausgewiesen. Von besonderer Bedeutung in der Forschungsk Kooperation ist aus chinesischer Sicht die Zusammenarbeit mit Experten. Aktuell wird die Zahl deutscher Experten in China mit 30.000 angegeben, die ein Sechstel der Gewinner der chinesischen internationalen Forschungspreise stellen.<sup>91</sup>

Werden die Felder der deutsch-chinesischen Kooperation, wie sie sich in der China-Strategie des BMBF sowie in der Zusammenfassung der 40 Jahre deutsch-chinesischer WTZ darstellen,<sup>92</sup> mit der Zusammenarbeit Chinas mit den USA und der EU verglichen (siehe Infobox 12 auf S. 76: Forschungsthemen in der Kooperation Chinas mit der EU und den USA), so ergibt sich folgendes allgemeines Bild:

- Deutschland ebenso wie die USA und die EU sind in den Bereichen Gesundheit, Umwelt und Klima aktiv; dies trifft auch für den Bereich Transport zu.
- Deutschland kooperiert –wengleich nicht in größeren Umfang – in den Bereichen IKT, nukleare Energie, Luftfahrt und Nahrungsmittel.

- Im Gegensatz zu den USA kooperiert Deutschland mit China stärker in der Biotechnologie.

Relativ neu ist die Zusammenarbeit in Schlüsseltechnologien, hier insbesondere in der Elektromobilität und bei Industrie 4.0.<sup>93</sup> Erste Schritte in der Kooperation zur Elektromobilität begannen im Jahr 2010 mit einer bilateralen Erklärung am Interesse einer ressort- und bereichsübergreifenden Zusammenarbeit. Daraus resultierten die Gründung der „Deutsch-Chinesischen Strategischen Plattform Elektromobilität“ und ein deutsch-chinesisches Forschungsnetzwerk zur Elektromobilität. Fördermittel in einem Umfang von 2,8 Millionen Euro für fünf ausgewählte Projekte zur Erforschung der Elektromobilität an deutschen Hochschulen in Zusammenarbeit mit chinesischen Universitäten sowie außeruniversitären Forschungsinstituten stellte das BMBF zur Verfügung. Im Bereich Industrie 4.0 besteht ein Rahmenabkommen zwischen dem Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) und dem MIIT, das die Zusammenarbeit deutscher und chinesischer Unternehmen fördert. Auch das BMBF ist zusammen mit dem BMWi und dem MoST in einer gemeinsamen Förderung mit dem Schwerpunkt auf intelligente Fertigungssysteme und Smart Services involviert.<sup>94</sup>

Aktuelle Kooperationen auf der Unternehmensebene in den Schlüsseltechnologien wurden während der letzten deutsch-chinesischen Regierungskonsultationen im Juli 2018 bekannt: So hat BMW im Bereich der Elektromobilität eine strategische Vereinbarung zur Ausweitung der Kooperation zwischen BMW und der Brilliance Group unterzeichnet. Weiterhin vereinbarte Siemens eine strategische Kooperation für die

<sup>90</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2015): China-Strategie des BMBF 2015–2020. Strategischer Rahmen für die Zusammenarbeit mit China in Forschung, Wissenschaft und Bildung, Online: [https://www.bmbf.de/upload\\_filestore/pub/China\\_Strategie\\_Langfassung.pdf](https://www.bmbf.de/upload_filestore/pub/China_Strategie_Langfassung.pdf)

<sup>91</sup> Huang, W. (2018): *China's S&T Progress over the Past 40 Years since Reform and Opening-up*. China-Germany STI Cooperation.

<sup>92</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018): Gemeinsame globale Herausforderungen bewältigen. 40. Jahres deutsch-chinesische wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit, DUZ Special. Online: <https://kiosk.duz.de/da/profiles/6ab48de23d75-duz-medienhaus-kiosk/editions/gemeinsam-globale-herausforderungen-bewaltigen/pages>

<sup>93</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018): Gemeinsame globale Herausforderungen bewältigen. 40. Jahres deutsch-chinesische wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit, DUZ Special. Online: <https://kiosk.duz.de/da/profiles/6ab48de23d75-duz-medienhaus-kiosk/editions/gemeinsam-globale-herausforderungen-bewaltigen/pages>

<sup>94</sup> Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (2018): Gemeinsame globale Herausforderungen bewältigen. 40. Jahres deutsch-chinesische wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit, DUZ Special. Online: <https://kiosk.duz.de/da/profiles/6ab48de23d75-duz-medienhaus-kiosk/editions/gemeinsam-globale-herausforderungen-bewaltigen/pages>

Technologiezusammenarbeit zur Entwicklung einer Internet-der-Dinge-Plattform mit Alibaba Cloud-Computing. Im Bereich Digitalisierung und Innovation schloss SAP eine strategische Kooperationsvereinbarung mit Suning Holdings Group ab.<sup>95</sup>

#### *Chancen und Herausforderungen der Zusammenarbeit*

Vor dem Hintergrund der wachsenden Bedeutung Chinas als Partner der deutschen Wissenschaft und Wirtschaft begann im Jahr 2014 eine vom BMBF begleitete Diskussion der verschiedenen Forschungsorganisationen und Unternehmen mit dem Ziel, die Chancen und Herausforderungen einer engeren WT und Bildung-Zusammenarbeit zu bewerten. Der Diskussionsprozess über die Frage, wie eine engere Kooperation mit China gestaltet werden soll, mündete 2015 in die Veröffentlichung der „China-Strategie des BMBF. Strategischer Rahmen für die Zusammenarbeit mit China in Forschung, Wissenschaft und Bildung“. Diese Strategie schlägt Leitlinien für die Kooperation sowie Aktionsfelder und Maßnahmen der zukünftigen Zusammenarbeit mit China vor. Von chinesischer Seite wurde dieses Strategiedokument als Muster für eine eigene Deutschlandstrategie des MoST mit dem Titel „Shaping the Future through Science, Technology and Innovation: Strategies for China-Germany Cooperation“ aufgegriffen.

Die enorme Größe der chinesischen Wirtschaft und die hohen Entwicklungspotenziale zusammen mit einer Re-Orientierung des Wirtschaftsmodells bieten aus Sicht der deutschen Unternehmen zwar große Chancen. Die Unternehmen haben sich jedoch stets mit Barrieren beim Zugang zum chinesischen Markt konfrontiert gesehen und wurden gegenüber chinesischen Unternehmen in vielerlei Hinsicht benachteiligt.

Die in erster Linie industriepolitisch motivierten Restriktionen gegenüber ausländischen Unternehmen sind auch aus Sicht der deutschen Verbands- und Unternehmensvertreter die größten Marktzugangsbarrieren. Darüber hinaus bestehen diskriminierende

Normen und Standards sowie ein mangelnder Schutz geistigen Eigentums, die zu erheblichen Markthemmnissen nach der Realisierung der Direktinvestition (post-establishment) führen.

Im internationalen Vergleich weist China trotz verschiedener Liberalisierungsschritte höhere Restriktionen für ausländische Investoren als andere Länder auf. Ein Indikator hierfür ist der „OECD Restrictiveness Index“. Dieser setzt sich aus vier Subindizes zusammen, und zwar: 1. Foreign equity limits Scores, der widerspiegelt, in welchem Maße Anteile ausländischen Kapitals am inländischen Unternehmen erlaubt sind; 2. Screening and approval. Dieser Subindex beschreibt den Umfang vorgeschriebener Prüf- und Genehmigungsverfahren für ausländische Investoren, 3. Restrictions on key foreign personnel/directors, der erfasst, ob die Anstellung ausländischer Führungskräfte im Inlandsunternehmen Beschränkungen unterliegt, und 4. Other restrictions, der sonstige Restriktionen zusammen erfasst z. B. Erwerb von Landbesitz, Gewinntransfer, Zugang zum inländischen Kapitalmarkt. Die OECD kam in ihrer Analyse ausländischer Investitionen in 64 Ländern zu dem Schluss, dass China im Jahr 2015 (letzter Stand) auf Rang 63 platziert war und damit zu einem der Länder mit den höchsten Barrieren für ausländische Investoren zählte.

In den letzten Jahren hat China – auch vor dem Hintergrund der Verhandlungen zwischen der EU und China über ein Investitionsabkommen – weitere Schritte zum Abbau der Investitionsbarrieren und Diskriminierung ausländischer Unternehmen durchgeführt. An die Stelle des zuvor bestehenden umfangreichen Investitionskatalogs für ausländische Unternehmen mit verschiedenen Kategorien über erlaubte, erwünschte und geförderte Investitionen ist inzwischen eine Negativliste getreten. Diese Liste bestimmt jetzt, in welchen Sektoren für ausländische Unternehmen noch Beschränkungen bestehen, ist also einfacher und transparenter als der vorherige Investitionskatalog.

<sup>95</sup> Presse- und Informationsamt der Bundesregierung (2018): Gemeinsame Erklärung anlässlich der fünften Deutsch-Chinesischen Regierungskonsultationen.

Im Juli 2018 wurde eine aktualisierte Liste von der chinesischen Regierung vorgelegt, die die Anzahl der Kategorien, für die Beschränkungen in Form eines Joint-Venture-Zwangs oder ein völliges Investitionsverbot gilt, von 63 Branchen im Jahr 2017 auf 48 reduziert. Zu den Neuerungen zählt u.a., dass der Mindestanteil ausländischer Finanzdienstleister bei Brokerfirmen von maximal 49 Prozent entfällt. Sie dürfen also Mehrheitseigentümer sein; ab 2021 wird diese Begrenzung ganz abgeschafft. Eine vergleichbare Liberalisierung besteht beim bisherigen Joint-Venture-Zwang für Automobilunternehmen. Ab diesem Jahr wird für ausländische Unternehmen der bestehende Joint-Venture-Zwang mit einem maximalen Anteil von 50 Prozent bei Herstellern von Elektroautos bzw. Plug-in-Hybriden abgeschafft. Vergleichbare Liberalisierungsschritte sind ab 2020 für Nutzfahrzeuge und ab 2022 für Personenkraftwagen angekündigt worden.<sup>96</sup>

#### *Defizite beim Schutz geistigen Eigentums*

Eine weitere Herausforderung für deutsche Unternehmen, die in China FuE betreiben, ist der Schutz der geistigen Eigentumsrechte. China hat in diesem Feld bereits große Fortschritte erreicht, einen international üblichen Rechtsrahmen mit Durchsetzungsmechanismen dafür geschaffen und aktuell die SIPO (jetzt CNIPA) als Behörde neu aufgestellt. Auf der Liste der Herausforderungen für deutsche Investoren in China steht jedoch der mangelnde Schutz geistiger Eigentumsrechte nach wie vor weit oben. Dies zeigen auch die Befragungen deutscher und europäischer Unternehmen durch die deutsche bzw. europäische Handelskammer (German Chamber of Commerce 2016 und European Chamber of Commerce in China). Dass deutsche Unternehmen überwiegend nur Entwicklungsanpassungen und keine eigenständigen FuE-Investition in China durchführen, ist ebenfalls direkt mit dem unzureichenden Schutz der geistigen Eigentumsrechte verbunden. Dies zeigt beispielsweise eine Befragung der deutschen Handelskammer

in Shanghai, an der 111 im Yangtze-Delta arbeitende deutsche Unternehmen im Zeitraum Februar und März 2017 beteiligt waren. So gaben 75 Prozent der Befragten an, dass der unzureichende Schutz geistiger Eigentumsrechte sie sehr (14 Prozent), weitgehend (32 Prozent) und in gewissem Maße (29 Prozent) davon abgehalten hat, mehr in Innovation zu investieren. An erster Stelle der Herausforderungen stand allerdings fehlendes Humankapital, um Innovationen vor Ort zu entwickeln.<sup>97</sup>

Die Rahmenbedingungen für ausländische Unternehmen in China, insbesondere in Bezug auf FuE-Aktivitäten, werden jedoch auch durch das im Juni 2017 in Kraft getretene Cybersicherheitsgesetz (CSL) erschwert. Die größte Herausforderung ist dabei, dass durch das CSL ein Zugriff von Unternehmensdaten mit der Begründung nationaler Sicherheitsinteressen der chinesischen Regierung möglich wird. Aus Sicht der deutschen Industrie sollte die Offenlegung von sensiblen Geschäfts- und Kundendaten nur anhand objektiv nachvollziehbarer und messbarer Kriterien erfolgen. Darüber hinaus sollten Einschränkungen im grenzüberschreitenden Datentransfer und Auflagen zur Datenlokalisierung minimiert werden. Ein weiterer Dialog über die bilaterale Zusammenarbeit im Bereich Cybersicherheit wird als erforderlich angesehen.<sup>98</sup>

Trotz großer Herausforderungen stellen sich die bilateralen Forschungsbeziehungen als überwiegend positiv dar. China ist für Deutschland ein wichtiger internationaler Kooperationspartner in vielen Forschungsthemen geworden, die nur durch grenzüberschreitende Zusammenarbeit erfolgreich bearbeitet werden können. Innerhalb der asiatischen Region ist China inzwischen der wichtigste Partner geworden, auch wenn Japan nach wie vor in vielen Forschungsthemen mit Deutschland erfolgreich kooperiert. Die stärkere Orientierung auf Grundlagenforschung, Forschungsexzellenz und Megaprojekte trägt zur weiteren Attraktivität des Landes als Kooperationspart-

<sup>96</sup> Germany Trade and Invest (GTAI) (2018c): Branche kompakt. Elektroautoquote in China wirft Schatten voraus.

<sup>97</sup> Außenhandelskammer Greater China (AHK China) (2017): German Business in China. Greater Shanghai Innovation Survey 2017. Online: [https://china.ahk.de/fileadmin/AHK\\_China/Market\\_Info/Economic\\_Data/Innovation\\_Survey\\_2017\\_Report.PDF](https://china.ahk.de/fileadmin/AHK_China/Market_Info/Economic_Data/Innovation_Survey_2017_Report.PDF).

<sup>98</sup> Strack, F. (2018): *Cybersicherheit – Herausforderung für Regulierer und Unternehmen. Das Cybersicherheitsgesetz in China aus Sicht der deutschen Industrie*. DCPI policy brief.

ner bei. Allerdings besteht auch eine Reihe von Herausforderungen in der Zusammenarbeit mit China, insbesondere beim noch unzureichenden Zugang für deutsche Technologieakteure, dem Schutz geistigen Eigentums und der Frage, wie die Kooperation durch die neuen Restriktionen der CSL beeinflusst wird.

## Zusammenfassung

Die Analyse des Wissenschafts- und Innovationssystems hat gezeigt, welche Auswirkungen politische Veränderungen auf die Anpassung der Governance-Struktur haben. Neue Entscheidungs- und Koordinationsgremien zielen auf die Erhöhung der Effizienz und die Umsetzung des langfristigen Ziels, ein innovationsgetriebenes Wachstum zu erreichen und als internationaler Forschungsstandort anerkannt zu werden. Die institutionellen Veränderungen spiegeln sich vor allem in neuen Anreizstrukturen bei der Forschungsfinanzierung und Evaluation wider, in Strukturanpassungen der Forschungseinrichtungen und Universitäten. Am Beispiel der Neuaufstellung der CAS-Institute wird sich zeigen, wie erfolgreich die Reform der staatlichen Forschungsinstitute umgesetzt werden kann. Auf die deutsch-chinesische Forschungsk Kooperation könnte sich die Reform der CAS-Institute dann positiv auswirken, wenn mit hiesigen außeruniversitären Forschungseinrichtungen vergleichbare Institute geschaffen werden. Auch von der Restrukturierung der Exzellenz-Universitäten könnten positive Wirkungen auf die deutsch-chinesische Forschungsk Kooperation ausgehen. So erhalten die chinesischen Universitäten neue Anreize für eine stärkere Internationalisierung und Zusammenarbeit in der Forschung. Wie diese sich im Einzelnen gestalten wird – eher im Sinne einer Abwerbung von

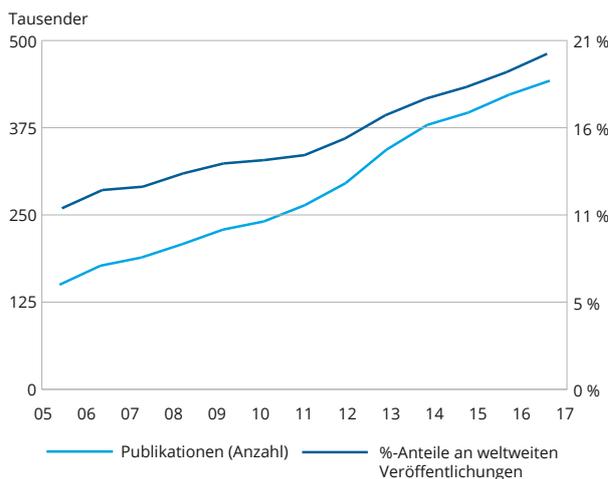
Spitzenforschern oder einer engeren institutionellen Kooperation – wird auch von der deutschen Seite abhängen.

Den Aufstieg zur globalen Innovationsmacht will China weiterhin durch eine klare Fokussierung auf Zukunftstechnologien und damit verbunden auf den Ausbau der Forschungsinfrastruktur erreichen. Hierbei spielen staatliche Schwerpunktlabore eine Schlüsselrolle, da sich ihre Ausrichtung mit den natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen des Doppel-Exzellenz-Programms deckt. Die verschiedenen Innovationsplattformen sind auch auf die internationale Kooperation ausgerichtet, um Chinas Anerkennung als Koordinator von Megaprojekten und den Einfluss des Landes auf die Erforschung von Zukunftstechnologien zu sichern. Chinas Aufstieg als Macht in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation bietet Deutschland große Chancen der Zusammenarbeit, allerdings bestehen auch zahlreiche Herausforderungen. So sind in der Kooperation zwischen Universitäten und Forschungseinrichtungen die Prinzipien der Reziprozität beim Zugang zu Fördermöglichkeiten und Forschungsinfrastruktur wichtige Themen, aber auch der Schutz geistiger Eigentumsrechte. Dies betrifft ebenfalls die Nutzung von Forschungsdaten in der Kooperation, die auf verlässlichen Vereinbarungen beruhen muss. Für deutsche Technologieakteure stellen Investitionsbarrieren bzw. Diskriminierungen im Markt die größten Probleme dar. Weiterhin sehen sich sowohl Wissenschaftler als auch Unternehmen aus Deutschland durch das Cybersicherheitsgesetz neuen Rahmenbedingungen gegenüber, die eine weitere Kooperation erschweren könnten.

## Die Leistungsfähigkeit des chinesischen Wissenschaftssystems auf Basis bibliometrischer Analysen

Die Steigerung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und die Ausweitung des nationalen Innovationssystems in China waren in den Jahren seit dem WTO-Beitritt 2001 und insbesondere nach der Veröffentlichung des Mittel- bis Langfristplans zu Wissenschaft und Technologie im Jahr 2006 maßgeblich auch von der Entwicklung des Wissenschaftssystems gestützt. Neben massiven Investitionen in die Wissenschaft – insbesondere durch eine Ausweitung der institutionellen Mittel an Hochschulen und der Chinesischen Akademie der Wissenschaften, aber auch durch zahlreiche Programm- und Projektförderungen – lässt sich dies an verschiedenen Output-Kennzahlen des Wissenschaftssystems belegen. An dieser Stelle werden hierzu wissenschaftliche Zeitschriftenpublikationen in der Datenbank Scopus herangezogen, die nicht nur einen Eindruck der Entwicklung über die Zeit geben können, sondern auch über die thematische Ausrichtung und die Sichtbarkeit bzw. Qualität der Veröffentlichung anhand von Zitierungen.

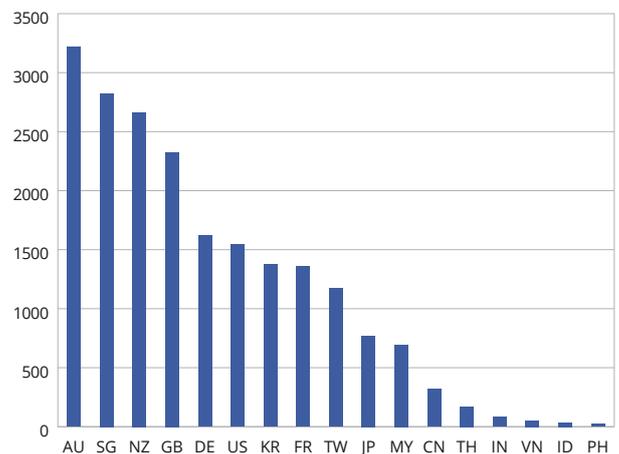
Abbildung 20: Anzahl und Anteil an den weltweiten Publikationen Chinas, 2005-2017



Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17/2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die jährlichen Publikationszahlen Chinas haben sich in der Zeit seit 2006 um das 2,5fache erhöht und lagen im Jahr 2017 bei rund 440.000. Das sind 18 Prozent der weltweiten Zeitschriftenveröffentlichungen in der Datenbank Scopus. Bezogen auf die Größe des Landes sind dies aber nach wie vor lediglich 319 Veröffentlichungen je Einwohner. Zum Vergleich: In Deutschland wurden 90.000 Beiträge veröffentlicht was einer Pro-Kopf-Zahl von 1622 entspricht; in den

Abbildung 21: Anzahl der Publikationen pro eine Million Einwohner, 2017



Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17 / 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI

USA waren es 1544 pro Einwohner bei einer Gesamtzahl von 502.000.

Seit 2013 erreichen die chinesischen Veröffentlichungen Zitatraten entsprechend dem weltweiten Durchschnitt, lagen sie doch über den gesamten Zeitraum davor teilweise deutlich darunter. Auch die Exzellenzrate – dies ist der Anteil der Veröffentlichungen eines Landes, die zu den weltweit zehn Prozent am höchsten zitierten Beiträgen in einem Feld zählen – hat China mittlerweile ein Niveau von 11 Prozent erreicht, also sogar oberhalb des weltweiten Erwartungswerts bei diesem Indikator.

### Infobox 15: Nationale Veröffentlichungen in der Wanfang-Datenbank<sup>99</sup>

Betrachtet man statt der international ausgerichteten Zeitschriftenveröffentlichungen in Scopus – Voraussetzung für die Aufnahme sind unter anderem englische Titel und englische Abstracts in den Zeitschriften, nicht notwendigerweise der gesamte Beitrag, was jedoch in ca. 90 Prozent der Fälle ebenfalls zutrifft – die nationalen Zeitschriftenveröffentlichungen, dann ergibt sich ein etwas abweichendes Bild. In der sogenannten Wanfang-Datenbank sind alle registrierten chinesischen, wissenschaftlichen Zeitschriften erfasst. Dies sind pro Jahr ca. 7.000. Lediglich ca. 100 dieser Zeitschriften sind auch in Scopus oder dem Science Citation Index enthalten. Gut 98 Prozent der Beiträge in der Datenbank sind also auch ausschließlich in chinesischer Sprache verfasst.

Die Gesamtzahl der Veröffentlichungen lag im Jahr 2017 bei gut 2,9 Millionen Beiträgen. Die jährliche Zahl schwankt dabei seit 2011 mehr oder weniger um die drei Millionen während es in 2008 lediglich ca. 1,8 Million waren. In 2017 stellten mit ca. 28 Prozent die Geisteswissenschaften die größte Disziplin in der Datenbank, gefolgt von der Medizin mit knapp 21 Prozent. Auf dem vierten Platz mit 15 Prozent rangierten die Sozialwissenschaften, hinter den „Industrietechnologien“ als einzigem

Feld in der Spitzengruppe mit unmittelbarem Technologie-Bezug. Demgegenüber nehmen bspw. die Informatik mit ca. 2,4 Prozent (80.000 Veröffentlichungen in 2017) oder der Bereich Transport 3,3 Prozent (100.000) niedrigere Anteile ein. Die Bereiche Transport, Industrietechnologien oder auch Kristallografie nehmen im Zeitverlauf zu, während die Geistes- und Sozialwissenschaften sowie auch die meisten Naturwissenschaften Rückgänge der Publikationszahlen verzeichnen.

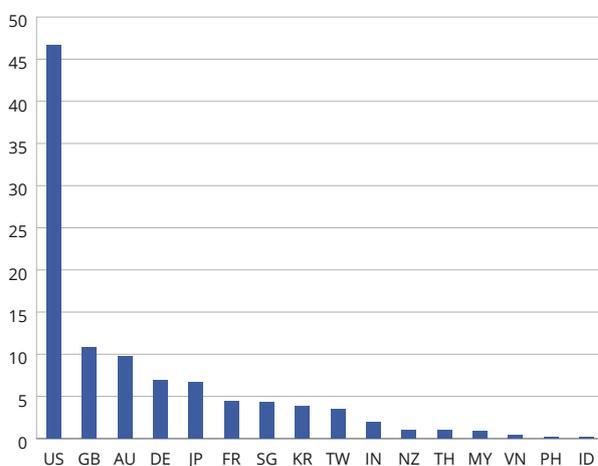
Trotz der hohen Anteile von Chinesisch-sprachigen Artikeln finden sich einige internationale Ko-Publikationen, allerdings nur in ca. ein Prozent der Fälle (28.000 Artikel). In absoluten Zahlen stellen die USA den wichtigsten Partner, gefolgt von Indien, Japan, Vereinigtes Königreich, Südkorea und erst an sechster Stelle mit 1774 Veröffentlichungen im Jahr 2017 dann Deutschland. Bezogen auf die Landesgröße liegt Singapur deutlich an der Spitze der Kooperationspartner Chinas und an zweiter Stelle bereits Australien auf ähnlichem Niveau wie Taiwan. Deutschland liegt unter den betrachteten Ländern nach dieser Berechnung auf dem neunten Rang.

Die thematischen Schwerpunkte liegen eher in den technischen Fächern wie beispielsweise Elektrotechnik, Messtechnik, Materialforschung oder auch Maschinenbau, wenngleich selbstverständlich ebenso grundlagenorientierte Felder beforscht werden und angesichts der Größe des Landes auch mit substan-

ziellen Absolutzahlen aufwarten können. So stellte im Jahr 2017 bspw. auch in China die Medizin mit 79.000 Beiträgen die größte Disziplin, was einem Anteil von knapp 18 Prozent aller chinesischen Veröffentlichungen entspricht. In den meisten anderen Ländern ist der Anteil der Medizin aber (teils deutlich) höher.

<sup>99</sup> Wanfang-Datenbank; Abfragen und Analysen durch das Institute for Scientific and Technological Information of China (ISTIC) im Oktober 2018.

Abbildung 22: Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen Chinas, 2015-2017, Werte in Prozent



Quelle: Elsevier - Scopus; Datenabzug aus KW17/2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Chinesische Autorinnen und Autoren veröffentlichen im Jahr 2017 rund 22,6 Prozent ihrer Artikel gemeinsam mit mindestens einem Autor oder einer Autorin aus dem Ausland. Damit liegt China unter allen betrachteten Ländern an letzter Stelle, was angesichts der Größe zwar nicht völlig überraschend ist – kleine Ländern kooperieren deutlich häufiger international als größere Länder –, in seiner Deutlichkeit hingegen schon. Die USA erreichen bei höheren absoluten Publikationszahlen als China 38,4 Prozent, Deutschland liegt mit 53 Prozent nur knapp hinter Frankreich (57,9 Prozent) und Vereinigtes Königreich (57,6 Prozent) und sogar das wenig kooperationsintensive Japan erreicht einen Anteil von 30,4 Prozent. Zwar sind die Ko-Publikations-Anteile Chinas seit 2006 angestiegen – was umso bemerkenswerter ist angesichts der Ausweitung der Gesamtzahlen – allerdings von einem niedrigen Niveau von 12,3 Prozent ausgehend.

Deutlich am häufigsten wird mit den USA kooperiert, nämlich bei 45,3 Prozent aller internationalen Ko-Publikationen. Im Gegenzug ist auch China für die USA der wichtigste Partner mit 23,6 Prozent aller amerikanischen Veröffentlichungen. Auch dies mag in Teilen ein Größeneffekt sein, denn nur die USA können Chinas schiere Größe spiegeln. Selbst Indien ist als Wissenschaftsnation zu klein – Indien hat mit 111.000 Veröffentlichungen absolut sogar weniger als Deutschland und kooperiert lediglich in 22.000 davon international. Deutschland steht an dritter Stelle bei den wissenschaftlichen Partnern Chinas, dicht gefolgt von Japan, was die enge Wissenschaftskooperation zwischen den beiden Ländern dokumentiert, denn bei den meisten anderen Ländern liegt Japan als Kooperationspartner weiter zurück.

Überdurchschnittlich häufig kooperiert China bei Geistes- und Sozialwissenschaften international, während es bei Ingenieurwissenschaften, Nukleartechnik und Messtechnik – gemessen an den Anteilen der Felder im nationalen Wissenschaftsprofil – seltener international kooperiert.

## Die technologische Leistungsfähigkeit Chinas

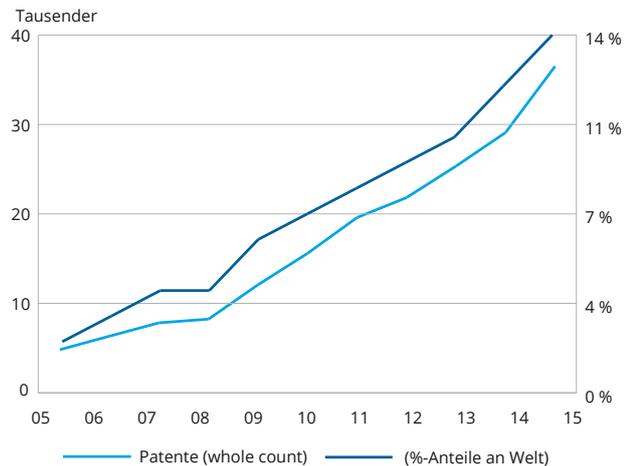
Patentanmeldungen dienen dem Schutz der FuE-Investitionen, indem sie dem Eigentümer ein exklusives Nutzungsrecht an der patentierten Technologie einräumen. Patente gelten allerdings nur dort, wo sie auch tatsächlich zum Schutz angemeldet werden. Da jede Anmeldung im Ausland mit Kosten verbunden ist, melden Unternehmen auf der internationalen Ebene nur die besonders technologisch oder ökonomisch relevanten Technologien zum Patent an. Als Innovationsindikator sind Patente von besonderer Bedeutung, weil sie im Gegensatz zu anderen geistigen Eigentumsrechten, angemeldet, geprüft und dann im weiteren Verlauf auch immer wieder aufrechterhalten werden müssen – sie müssen also immer wieder ihren technologischen oder strategischen Nutzen beweisen. Für internationale Vergleiche eignen sich besonders transnationale Patente,<sup>100</sup> da sie etwaige Heimvorteile einzelner Länder ausgleichen und nur jene Patentanmeldungen betrachten, die für größere Märkte relevant sind. Die Anmeldungen am chinesischen Patentamt CNIPA (Chinese National Intellectual Property Agency, ehemals SIPO) bieten nur Schutz auf dem chinesischen Markt, zeigen aber nationale Schwerpunkte und insbesondere Entwicklungstrends auf. Aus diesem Grund werden im Folgenden Daten sowohl auf der transnationalen Ebene wie auch am CNIPA analysiert.

Chinas Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene haben sich zwischen 2007 und 2015<sup>101</sup> etwa alle vier bis fünf Jahre verdoppelt und erreichten zuletzt ein Niveau von knapp 37.000 Anmeldungen, was einem weltweiten Anteil von 14 Prozent entspricht. Zum Vergleich: Deutschland meldete 30.000 Patente (11,6 Prozent) und Frankreich sogar nur 13.000 Patente (4,9 Prozent) an. Lediglich die USA (64.000, 24,6 Prozent) und Japan (49.000, 18,8 Prozent) erreichen hö-

here Absolutzahlen. Gemessen an der Einwohnerzahl liegt China mit 27 Patenten pro eine Million Einwohner deutlich zurück hinter Japan (387), Deutschland (371), USA (201) und Frankreich (194). Auch Südkorea (342) und Singapur (202) melden deutlich mehr Patente pro Kopf auf der transnationalen Ebene an.

Auf der nationalen Ebene am CNIPA sind die Patent-

Abbildung 23: Chinas Anzahl und Anteil an den weltweiten Patenten, 2005-2017



Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

zahlen in den Jahren ab 2008 geradezu explodiert. Während ausländische Anmelder zwischen 2008 und 2014 ihre Anmeldezahlen etwas mehr als verdoppelt haben, konnten chinesische Erfinder ihren Patentoutput um etwa das Vierfache steigern. Sie meldeten im Jahr 2014 national ca. 650.000 Patente an, bei insgesamt 780.000<sup>102</sup> Anmeldungen am chinesischen Patentamt. Von den gut 130.000 ausländischen An-

<sup>100</sup> Dabei handelt es sich um Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung am Europäischen Patentamt EPA oder bei der World Intellectual Property Organization WIPO im Rahmen des internationalen Patentübereinkommens (Patent Cooperation Treaty PCT); Frietsch, R.; Schmoch, U. (2010): Transnational Patents and International Markets. *Scientometrics* 82 (1), S. 185-200.

<sup>101</sup> Patente werden mit einer Verzögerung von 18 Monaten veröffentlicht und benötigen dann noch eine gewisse Zeit um für statistische Analysen bereit zu stehen, sodass dies der aktuellste zur Verfügung stehende Jahrgang ist.

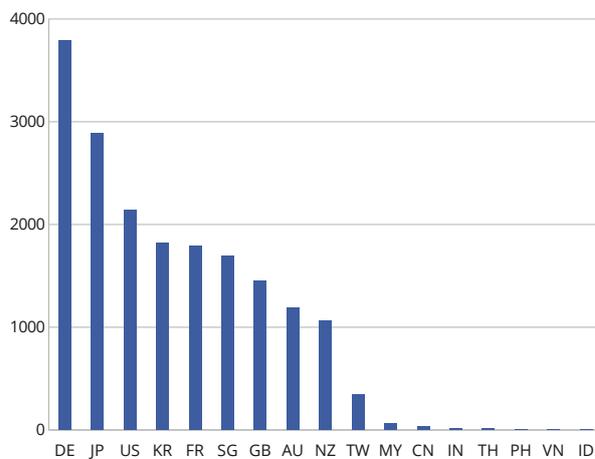
<sup>102</sup> Das chinesische Patentamt weist auf seiner Website bzw. in offiziellen Statistiken eine Zahl von 1,3 Millionen Anmeldungen für das Jahr 2014 aus. Grund für die große Diskrepanz neben einer Abweichung in der Jahreszuordnung, dass eine große Zahl der Anmeldungen innerhalb der 18 Monate vor der Veröffentlichung zurückgezogen oder wegen formaler Gründe zurückgewiesen werden.

meldungen sind die fünf Länder USA, Japan, Deutschland, Frankreich und Vereinigtes Königreich für etwa die Hälfte verantwortlich.

Vergleichsweise hohe Anteile – in Deutschland und den USA sind es jeweils ca. fünf Prozent – der Anmeldungen aus China sowohl auf der transnationalen Ebene (7,9 Prozent) und noch deutlicher am CNIPA (23,1 Prozent) werden von öffentlichen Forschungseinrichtungen und Hochschulen getätigt. Die Anteile von Groß- und mittelständischen Unternehmen sind entsprechend geringer. Darin zeigt sich die nach wie vor hohe Bedeutung der öffentlichen Forschung für die technologische Leistungsfähigkeit Chinas und, dass Unternehmen noch nicht in der Breite auf Forschung, Entwicklung und Innovation ausgerichtet sind.

Das technologische Profil der Volksrepublik China be-

Abbildung 24: Anzahl der Patente pro 100.000 Einwohner, 2017



Quelle: EPA - PATSTAT; Datenabzug vom 1. April 2018; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

zogen auf internationale Märkte ist eng ausgerichtet auf Informations- und Kommunikationstechnologien (Digitale Kommunikations-, Telekommunikations-, Computer-, audiovisuelle Technik und Optik) sowie

Konsumgüter. Chinesische Unternehmen gehören hier mittlerweile zu den Markt- und teilweise auch Technologieführern. Auf der nationalen Ebene am CNIPA sind die Schwerpunkte hingegen anders verteilt. Dort gehören einige nicht-forschungsintensive Technologien (Lebensmittel, Bauwesen, Metallurgie) sowie Bereiche des Maschinenbaus (Werkzeugmaschinen, Steuer- / Regeltechnik, Umwelttechnik) und auch chemische und pharmazeutische Prozesse zu den Schwerpunkten. In absoluten Zahlen sind es aber auch hier die Elektronik und Mikroelektronik sowie die Messtechnik, die deutlich hervortreten.

Im Hinblick auf internationale Ko-Patente – dies sind Patentanmeldungen mit Erfindern aus mindestens zwei Ländern – sind die Werte für China auf der transnationalen Ebene von niedrigem Niveau aus sogar rückläufig. Waren es im Jahr 2005 noch 16,1 Prozent der Patente, die in Zusammenarbeit mit ausländischen Erfindern angemeldet wurden, so waren es im Jahr 2015 nur noch 5,6 Prozent. In absoluten Zahlen gab es zwischen 2008 und 2015 lediglich knapp eine Verdopplung auf gut 2.000 Patente. Dies spiegelt wider, dass die Ausweitung der chinesischen Technologiekompetenzen mit Relevanz für internationale Märkte in erster Linie durch wenige Großunternehmen aus den Branchen Mikroelektronik und Kommunikationstechnologien mit Forschungskapazitäten in China selbst zustande gekommen ist. Deutlich wichtigster Partner für chinesische Erfinder sind die USA mit 56,3 Prozent aller internationalen Ko-Patente. Dies erklärt sich mit Forschungsaktivitäten der chinesischen Unternehmen in den USA, aber auch mit der stärkeren Ausweitung der Kapazitäten amerikanischer Unternehmen in China als dies Unternehmen aus anderen Ländern umgesetzt haben. Deutschland rangiert gleichauf mit Japan an zweiter Stelle, wenngleich mit knapp zehn Prozent der Ko-Patente mit deutlichem Abstand hinter den USA.

## Zusammenfassung

China konnte seit dem WTO-Beitritt im Jahr 2001 und der Veröffentlichung des Mittel- bis Langfristplans zu Wissenschaft und Technologie im Jahr 2006 nicht nur die Leistungsfähigkeit des Innovationssystems und der Wirtschaft steigern, was unter anderem von der Entwicklung des Wissenschaftssystems gestützt war. Im Jahr 2017 waren chinesische Autorinnen und Autoren für mehr als 20 Prozent der weltweiten wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträge verantwortlich. Dabei konnten sie nicht nur die Anzahl, sondern auch die Qualität ihrer Veröffentlichungen steigern. Sie erreichen seit 2013 Zitatraten entsprechend dem weltweiten Durchschnitt und auch die Exzellenzrate liegt mit 11 Prozent mittlerweile im weltweiten Vergleich auf einem überdurchschnittlichen Niveau. Auch die Anteile internationaler Ko-Publikationen sind in der Vergangenheit angestiegen. Im Jahr 2017 wurden

22,6 Prozent der chinesischen Zeitschriftenbeiträge in Zusammenarbeit mit mindestens einem Autor oder einer Autorin außerhalb Chinas veröffentlicht.

Chinas transnationale Patentanmeldungen sind zwischen 2007 und 2015 um das 4,7-fache auf zuletzt knapp 37.000 Anmeldungen angewachsen. Dies sind 14 Prozent aller transnationalen Patentanmeldungen. Weiterhin hohe Anteile der chinesischen Anmeldungen sowohl auf der transnationalen Ebene (7,9 Prozent) und noch deutlicher am CNIPA (23,1 Prozent) werden von öffentlichen Forschungseinrichtungen und Hochschulen getätigt. Technologisch konzentrieren sich die chinesischen Anmeldungen auf Informations- und Kommunikationstechnologien sowie Konsumgüter. Der Anteil der internationalen Ko-Patente unter den transnationalen Patentanmeldungen Chinas ist zwischen 2005 und 2015 von 16,1 Prozent auf 5,6 Prozent zurückgegangen.

# Datenblätter der Länder

## Datenblätter

Die im Folgenden dargestellten Datenblätter bieten einen Überblick über die wichtigsten Indikatoren im Kontext von Wissenschaft, Bildung und Innovation. Es werden allgemeine Daten zur Wirtschaftsleistung (BIP, Beschäftigte, Arbeitslosigkeit) sowie zum Input (Bildungsausgaben, Forschende, FuE-Aufwendungen) zu FuE-Ertragsindikatoren und zum Wissenschaftssystem (Patente, Publikationen) und zum Wissenschaftsprofil (Spezialisierung) sowie zum internationalen Handel, insbesondere mit Hochtechnologie-Waren – also Güter, die sich durch eine hohe FuE-Intensität auszeichnen (mehr als 2,5 Prozent FuE-Aufwendungen am Umsatz; siehe Gehrke et al. 2013)<sup>103</sup> – vorgestellt. Einige zentrale Indikatoren zu Kooperation in Wissenschaft und Technologie auf Basis von Patenten, Publikationen, Studierenden- und Wissenschaftlermobilität werden ebenfalls ausgewiesen. Es werden für Patente und Publikationen für jedes der betrachteten Länder die Anteile der untersuchten Partnerländer an allen Ko-Publikationen bzw. -Patenten des jeweiligen Landes ausgewiesen.

Tabelle 16: Beispieltabelle für die Datenblätter, inkl. Indikatorbeschreibungen

Beschäftigte (Jahr)*	Anzahl der Beschäftigten des jeweiligen Landes	Ilostat
Arbeitslosenquote	Arbeitslosenquote des jeweiligen Landes	Ilostat
FuE-Intensität (Jahr)	FuE-Ausgaben eines Landes in Mrd. \$ als Anteil am BIP	OECD - Main Science and Technology Indicators
FuE-Ausgaben (Jahr)	FuE-Ausgaben eines Landes in Mrd. \$	OECD - Main Science and Technology Indicators
Patente transnational (Jahr)	Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen des jeweiligen Landes	EPA - PATSTAT
Patente pro 1 Mio. Einwohner (Jahr)	Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen des jeweiligen Landes pro 1 Mio. Einwohner des Landes	EPA - PATSTAT
Anteil an weltweiten Patenten (Jahr)	Anteil der transnationalen Patentanmeldungen des jeweiligen Landes an allen transnationalen Patentanmeldungen weltweit	EPA - PATSTAT
Patente CNIPA (Jahr)	Anzahl der Patentanmeldungen des jeweiligen Landes am CNIPA (Chinesisches Patentamt)	EPA - PATSTAT
Publikationen Scopus	Anzahl der Publikationen des jeweiligen Landes	Elsevier - Scopus
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	Anzahl der Publikationen des jeweiligen Landes pro 1 Mio. Einwohner des Landes	Elsevier - Scopus
Anteil an weltweiten Publikationen	Anteil der Publikationen des jeweiligen Landes an allen Publikationen weltweit	Elsevier - Scopus

Anmerkung: \* das Referenzjahr wird in Klammern angegeben. Die Angaben ohne Jahr beziehen sich auf das letzte verfügbare Jahr in den jeweiligen Daten.

<sup>103</sup> Gehrke, B., R. Frietsch, P. Neuhäusler, Rammer, C. (2013): *Neuabgrenzung forschungsintensiver Industrien und Güter, NIW/ISI/ZEW-Listen 2012*. Studien zum deutschen Innovationssystem 8-13, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)

Durchschn. Zittrate Crown (Jahr)	<p>Der Crown-Indikator wurde von der bibliometrischen Gruppe CWTS von der Universität Leiden eingeführt. Die bibliometrische Leistungsfähigkeit eines Landes misst sich demnach durch die Gegenüberstellung der durchschnittlichen Zitathäufigkeit der Publikationen mit der durchschnittlichen feldspezifischen erwarteten Zittrate. Ein CI-Wert unter 1, z.B. 0,9 bedeutet, dass die Publikationen der beobachteten Einheit 10 Prozent unter dem internationalen Erwartungswert (Durchschnitt) zitiert werden. Ein CI-Wert über 1 bedeutet, dass die Publikationen der beobachteten Einheit über dem internationalen Erwartungswert (Durchschnitt) zitiert werden. Der Crown-Indikator einer Einheit berechnet sich folgendermaßen:</p> $CI_x = \frac{(\sum_{i=1}^{P_x} Cit_x / \sum_{i=1}^{P_x} P_x)}{FCS}$ <p>Wobei Cit<sub>x</sub> die Anzahl der Zitierungen der Publikationen der Einheit x, P<sub>x</sub> die Anzahl der Publikationen im Projekt x und FCS die durchschnittliche feldspezifische Zittrate ist. Letztere wird berechnet als</p> $FCS_x = \frac{\sum_{i=1}^{P_x} Cit(p_{xi})}{P_x}$ <p>Wobei P<sub>x</sub> die Anzahl der Publikationen im Feld x und Cit(p<sub>xi</sub>) die Anzahl der Zitierungen aller Publikation p<sub>xi</sub> darstellen.</p>	Elsevier - Scopus
Exzellenzrate (10 Prozent, Jahr)	<p>Die Exzellenzrate (ER) gibt an, wie viele der Publikationen eines Landes bzw. einer Region oder Organisationseinheit zu den „exzellenten“ Publikationen weltweit gehören. Exzellenz wird hierbei über die relative Zittrate definiert. Als „exzellente“ gelten die jeweils 10 Prozent höchstzitierten Publikationen. Für ein Land oder eine Einrichtung wird dann ermittelt, wie viele der Publikationen bzw. welcher Anteil der eigenen Publikationen zu diesen Top-10 Prozent gehören. Die ER berechnet sich somit wie folgt:</p> $ER_k = \frac{E_k}{P_k}$ <p>ER<sub>k</sub>: Exzellenzrate für Land/Region/Organisation k  P<sub>k</sub>: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation k  E<sub>k</sub>: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation k, die zu den Top 10 Prozent zitierten Publikationen weltweit gehören.</p>	Elsevier - Scopus
WEF Index (Jahr)	Indexwert und Rang des Landes im Länderranking des World Economic Forum (WEF)	World Economic Forum (WEF)
Global Innovation Index (0-100)	Indexwert und Rang des Landes im Länderranking des Global Innovation Index	Global Innovation Index
Anteil Bildungsausgaben am BIP (Jahr)	Anteil der Anteil Bildungsausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) des jeweiligen Landes	UNESCO Statistics, China National Bureau of Statistics, Taiwan Statistical Bureau
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (Jahr)	Anteil der Anteil Bildungsausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) des jeweiligen Landes, nur Bildungsausgaben im tertiären Bereich	UNESCO Statistics, China National Bureau of Statistics, Taiwan Statistical Bureau
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (Jahr)	Anteil der Hochschulabsolventen an der Gesamtbevölkerung des jeweiligen Landes	UNESCO Statistics, Statistisches Bundesamt, Taiwan Ministry of the Interior
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (Jahr)	Anteil der Promovierten an der Gesamtbevölkerung des jeweiligen Landes	World Bank Education Statistics
Forschende pro Mio. Einwohner (Jahr)	Forschende pro 1 Mio. Einwohner des jeweiligen Landes	UNESCO Statistics, OECD Statistics, Taiwan Statistical Bureau
Anteil der Forscherinnen	Anteil der Forscherinnen an allen Forschenden des jeweiligen Landes	UNESCO Statistics
FuE-Ausgaben nach Sektor (Jahr), in Prozent BIP: GovERD   HERD	FuE-Ausgaben nach Sektor (Sektor: GovERD=Government expenditure on R&D; HERD=Higher-education expenditure on R&D)	OECD – Science Technology and Innovation Outlook, OECD – Main Science and Technology Indicators
Ausländische Studierende im Inland (Jahr)	Anzahl der ausländischen Studierenden im jeweiligen Land (inkl. der Top 3 Herkunftsländer aus dem APRA-Raum)	UNESCO Statistics, Center for Strategic and International Studies, Statistisches Bundesamt
Inländische Studierende im Ausland (Jahr)	Anzahl der inländischen Studierenden im Ausland (inkl. der Top 3 Zielländer)	UNESCO Statistics
Wissenschaftlermobilität (von-bis)	Anzahl der mobilen Wissenschaftler (Wissenschaftler im Ausland) im angegebenen Zeitraum (inkl. der Top 3 Herkunftsländer aus dem APRA-Raum & der Top 3 Zielländer & Anteil an allen APRA-Ländern, Zielländern und anderen Ländern)	OECD Scoreboard

Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (Jahr)	Durchschnittliche Anzahl der Hochschulpartnerschaften pro Hochschule (inkl. des Anteils an allen APRA-Ländern, Zielländern und anderen Ländern)	DAAD Datenerhebung 2018
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (Jahr)	Durchschnittlicher Rang der TOP 3 Hochschulen des jeweiligen Landes nach Times Higher Education (THE) und Quacquarelli Symonds (QS) Ranking	Times Higher Education Ranking; QS World University Rankings
Spezialisierungsindex für Publikationen (RLA oder Revealed Literature Advantage)	<p>Der RLA dient dazu, das wissenschaftliche Profil eines Landes darzustellen. Er zeigt an, in welchen Bereichen ein Land im Vergleich zum gesamten weltweiten Publikationsaufkommen stark oder schwach vertreten ist. Er errechnet sich folgendermaßen:</p> $RLA_{ij} = 100 * \tanh\left(\frac{p_{ij} / \sum_{k=1}^J p_{ik}}{\sum_{h=1}^I p_{hj} / \sum_{h=1}^I \sum_{k=1}^J p_{hk}}\right)$ <p>(Land h = 1 bis I; Wissenschaftsbereich k = 1 bis J, Publikationen p)</p> <p>wobei P<sub>ij</sub> für die Anzahl der Publikationen im Land i im Wissenschaftsbereich j steht. Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Wissenschaftsbereich ein höheres Gewicht innerhalb eines Landes als in der Welt einnimmt. Dementsprechend stellt ein negatives Vorzeichen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung dar. Der Indikator ist auf einen Wertebereich von -100 (stark negative Spezialisierung) bis +100 (stark positive Spezialisierung) normalisiert. Er geht zurück auf frühere Indikatoren für die Handelsspezialisierung und baut auf dem Konzept des komparativen Vorteils auf. Der erste, der einen Indikator für komparativen Vorteil einführte, war Balassa (1965),<sup>104</sup> der den Indikator Revealed Comparative Advantage (RCA) nannte. Auf diesem Indikator sind RPA und RLA aufgebaut.</p>	Elsevier - Scopus
Spezialisierungsindex für Patente (RPA oder Revealed Patent Advantage)	<p>Der RPA dient dazu, das technologische Profil eines Landes darzustellen. Er zeigt an, in welchen Bereichen ein Land im Vergleich zum gesamten weltweiten Patentaufkommen stark oder schwach vertreten ist. Er errechnet sich folgendermaßen:</p> $RPA_{ij} = 100 * \tanh\left(\frac{p_{ij} / \sum_{k=1}^J p_{ik}}{\sum_{h=1}^I p_{hj} / \sum_{h=1}^I \sum_{k=1}^J p_{hk}}\right)$ <p>(Land h = 1 bis I; Technologiefeld k = 1 bis J, Patente p)</p> <p>wobei P<sub>ij</sub> für die Anzahl der Patente im Land k im Technologiefeld j steht. Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Technologiebereich ein höheres Gewicht innerhalb eines Landes als in der Welt einnimmt. Dementsprechend stellt ein negatives Vorzeichen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung dar. Der Indikator ist auf einen Wertebereich von -100 (stark negative Spezialisierung) bis +100 (stark positive Spezialisierung) normalisiert. Er geht zurück auf frühere Indikatoren für die Handelsspezialisierung und baut auf dem Konzept des komparativen Vorteils auf. Der erste, der einen Indikator für komparativen Vorteil einführte, war Balassa (1965),<sup>105</sup> der den Indikator Revealed Comparative Advantage (RCA) nannte. Auf diesem Indikator sind RPA und RLA aufgebaut.</p>	EPA - PATSTAT

<sup>104</sup> Balassa, B. (1965): Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage. *The Manchester School* 33, 99–123.

<sup>105</sup> Balassa, B. (1965): Trade Liberalisation and Revealed Comparative Advantage. *The Manchester School* 33, 99–123.

Eine breit angelegte Datensammlung, wie sie mit den hier enthaltenen Datenblättern angestrebt wird, muss notwendigerweise in den meisten Fällen auf Trends und Zeitvergleiche verzichten, um nicht allzu ausladend zu werden. Daher werden an dieser Stelle lediglich einige wenige Trendinformationen zum Anteil der FuE-Ausgaben am BIP, zum BIP selbst sowie zu Patenten und Publikationen im Zeitverlauf dargestellt. Die übrigen Daten beziehen sich auf das letzte verfügbare Jahr bzw. den aktuellsten verfügbaren Zeitraum. Wenn keine anderen Angaben gemacht werden, dann handelt es sich hierbei um das Jahr 2017.

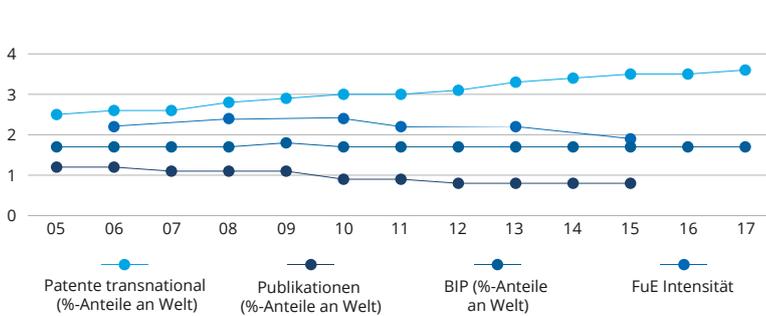
Da nicht alle betrachteten Länder OECD-Mitglieder sind bzw. mit der OECD assoziiert sind, werden Datenquellen mit einer weltweiten Abdeckung verwendet, sofern möglich. Hierbei handelt es sich um die World Development Indicators (WDI) der Weltbank (BIP, Beschäftigte, Bevölkerung, FuE-Ausgaben und Anzahl Forschende). Der internationale Handel und darauf aufbauende Indikatoren werden mithilfe der COMTRADE-Datenbank der Vereinten Nationen berechnet. Die Patentstatistiken werden auf der Grundlage der PATSTAT-Datenbank des Europäischen Patentamts erzeugt und die wissenschaftlichen Publikationen werden auf Basis der Datenbank Scopus von Elsevier ausgewiesen, da diese Datenbank gegenüber der Alternative Web of Science bzw. Science Citation Index (SCI) von Clarivate eine höhere Gesamtabdeckung und insbesondere eine höhere Abdeckung im asiatisch-pazifischen Raum erreicht. Für einige Länder – allen voran Taiwan – finden sich bei der Weltbank keine Angaben, weswegen in einigen Fällen auf die Daten der OECD (Main Science and Technology Indicators) zurückgegriffen wird.

Die in den Datenblättern angegebenen Rangpositionen (z.B. „Australien – Anteil Bildungsausgaben am BIP (2015): #5“) beziehen sich auf die Gesamtheit der 17 APRA- und Benchmark-Länder. Der Indikator „Durchschnittlicher Rang Top 3 Hochschulen“ bezieht sich auf den durchschnittlichen Rang der drei bestplatzierten Hochschulen im QS- bzw. THE-Hochschulranking. Tendenzen werden mit den folgenden Symbolen wiedergegeben: ▲ (steigend), ▼ (fallend), und – (unverändert).



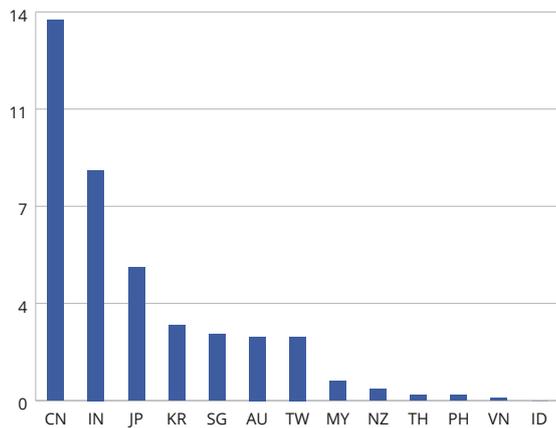
# Australien

Land: Australien; Bevölkerung: 24,6 Millionen; Fläche: 7.692.000 km<sup>2</sup>

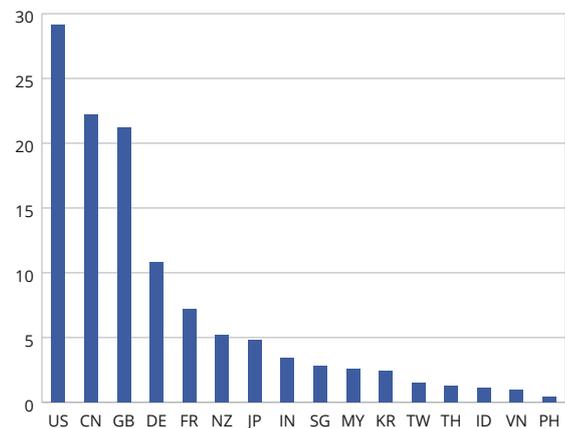


BIP	1.376 Mrd. \$
BIP pro Kopf	55.926 \$
Exporte +	230 Mrd. \$
Exporte HT +	14 Mrd. \$
Exportquote +	16,7%
Handelsbilanz +	0,1%
Handelsbilanz HT* +	-5,7%
Exporte nach D. +	0,7%
Importe aus D. +	6,3%
Welthandelsanteil +	1,9%
Welthandelsanteil HT* +	0,3%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



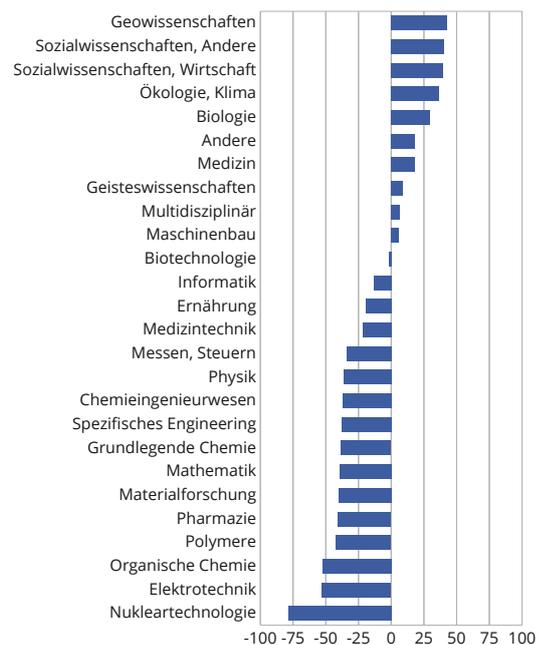
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2016)	11,6 Mio.
Arbeitslosenquote	5,8 %
FuE-Intensität (2015)	1,9 %
FuE-Ausgaben (2015)	20,4 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	2.174
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	91,4
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,8%
Patente CNIPA (2014)	1.509
Publikationen Scopus	79.196
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	3.219,5
Anteil an weltweiten Publikationen	3,6%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,5
Exzellenzrate (10%, 2015)	15,8%
WEF Index (2015)	5,25 (18)
Global Innovation Index (0-100)	51,98 (20)

Spezialisierungsindex bei Publikationen



Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2015) <sup>‡</sup>	5,32% ▲ # 5
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2015)	1,54% ▲ # 3
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2015)	1,53% ▼ # 2
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2015)	0,036% ▲ # 2
Forschende pro Mio. Einwohner (2010)	4.539 ▲ # 7
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2015), in % BIP: GovERD   HERD	0,24% ▲   0,58% ▼
Ausländische Studierende im Inland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	332.445 CH, IN, MY
Inländische Studierende im Ausland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Zielländer	10.947 US, NZ, UK
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) <sup>§</sup> TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	73.964 #7 ◀ UK, US, CN   ▶ US, UK, CN 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) <sup>Δ</sup> Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	208 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	46,7 (THE)   35 (QS)

Australien gehört mit gut 55.000 USD BIP pro Kopf zu den entwickelten Ländern mit hohem Einkommen. Dabei sind es vor allem Rohstoffe und landwirtschaftliche Produkte, die Australien der Welt anbietet, weniger ausgeprägt auch Hochtechnologiewaren. Die FuE-Intensität des Landes ist mit 1,9 Prozent etwa auf dem Niveau des EU-Durchschnitts und liegt damit leicht unter dem OECD-Durchschnitt. Die Patentanzahl ist entsprechend eher als niedrig zu bezeichnen und konzentrieren sich im Wesentlichen auf Lebenswissenschaften (Pharmazie, Biologie, Biotechnologie) sowie auch Medizintechnik. Australien hat hingegen ein ausgeprägtes Wissenschaftssystem mit Schwerpunkten in den Bereichen Geowissenschaften, Biologie und Ökologie/Klima sowie in den Sozialwissenschaften. Die Publikationen sind von hoher Sichtbarkeit und Qualität, wie die Exzellenzrate und die durchschnittliche Zitrate belegen. Die hohe internationale Sichtbarkeit, gerade auch in den Sozialwissenschaften, kommt auch auf Grund des Sprachvorteils zustande. Als wissenschaftlicher Partner spielt Australien eine wichtige Rolle in der Region und pflegt einen intensiven Austausch unter anderem mit China und Japan sowie dem Nachbarn Neuseeland.

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013

+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

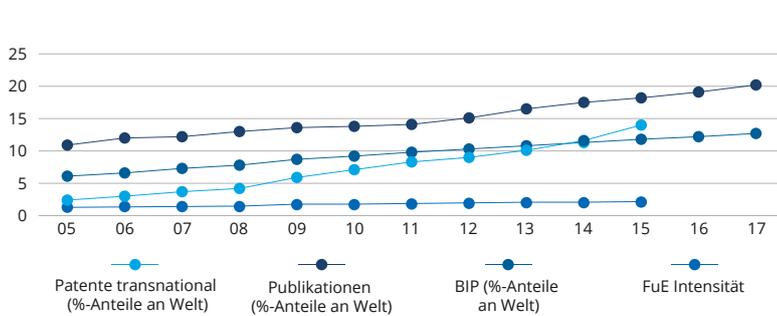
‡ Tendenzen (▲ – steigend bzw. ▼ – fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.

§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.

Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.

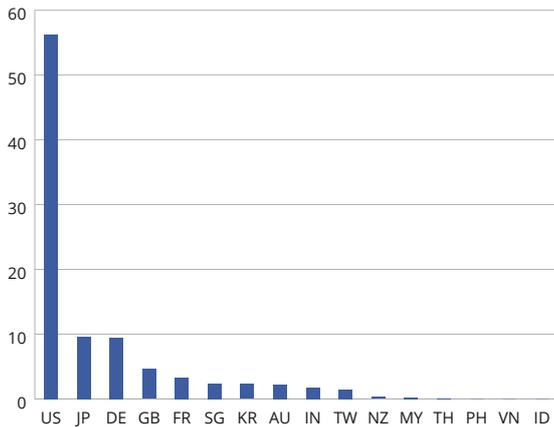
# China

Land: China; Bevölkerung: 1371,2 Millionen; Fläche: 9.597.000 km<sup>2</sup>

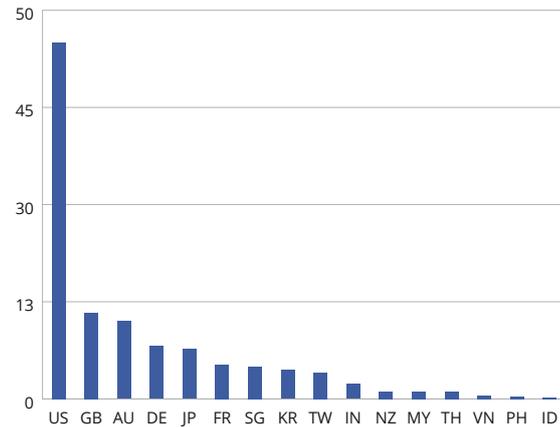


BIP	10.161 Mrd. \$
BIP pro Kopf	7.329 \$
Exporte +	2.098 Mrd. \$
Exporte HT +	895 Mrd. \$
Exportquote +	22,1%
Handelsbilanz +	4,6%
Handelsbilanz HT* +	1,3%
Exporte nach D. +	3,1%
Importe aus D. +	8,3%
Welthandelsanteil +	13,5%
Welthandelsanteil HT* +	14,8%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent

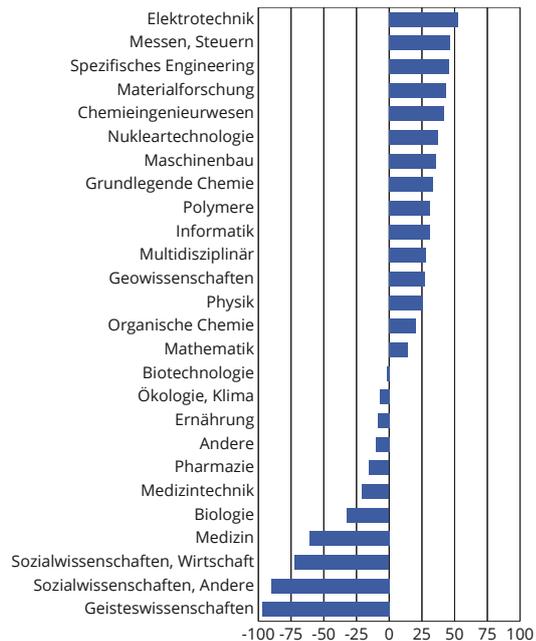


Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	-
Arbeitslosenquote	-
FuE-Intensität (2015)	2,1%
FuE-Ausgaben (2016)	410,2 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	36.540
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	26,6
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	14,0%
Patente CNIPA (2014)	652.228
Publikationen Scopus	442.915
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	319,5
Anteil an weltweiten Publikationen	20,2%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,0
Exzellenzrate (10%, 2015)	10,6%
WEF Index (2015)	5,00 (27)
Global Innovation Index (0-100)	53,06 (17)

Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

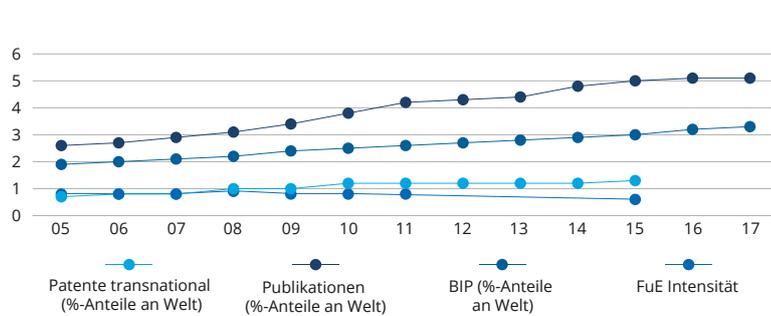
Spezialisierungsindex bei Publikationen



Anteil Bildungsausgaben am BIP (2017) ‡	4,14% ▼ # 12
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (1999)	0,45% ▲ # 19
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2017)	0,91% ▲ # 2
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,004% ▼ # 13
Forschende pro Mio. Einwohner (2016)	1.206 ▲ # 15
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	0,33% ▼   0,14% ▼
Ausländische Studierende im Inland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	489.200 KR, TH, PK
Inländische Studierende im Ausland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Zielländer	817.521 US, AU, UK
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	144.968 #4 ◀ US, HK, JP   ▶ US, HK, JP 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	145 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	48,7 (THE)   30,3 (QS)
<p>China steht an der Schwelle von einem Entwicklungsland zu den sogenannten Middle-Income-Ländern und erreicht ein pro-Kopf-Einkommen von gut 10.000 USD. Das Land hat seine FuE-Ausgaben in den letzten Jahren deutlich ausgeweitet und erreicht ein Niveau von 2,1%. Die nationalen Patentanmeldungen am chinesischen Patentamt CNIPA erreichen hohe sechsstellige Werte. Wesentlich relevanter sind die Anmeldungen auf der transnationalen Ebene, da diese auf internationale Märkte abzielen. Hier hat China seine Anmeldungen ebenfalls deutlich ausgeweitet und Deutschland mittlerweile auf den vierten Platz verdrängt. Die Patentanmeldungen konzentrieren sich dabei auf wenige Unternehmen (und Forschungsorganisationen) sowie auch auf wenige Bereiche, nämlich Informations- und Telekommunikationstechnologien. Dennoch finden sich aber auch Anmeldungen in anderen Bereichen.</p> <p>Das chinesische Wissenschaftssystem konnte sich in den letzten Jahren ebenfalls deutlich entwickeln und insbesondere seine Sichtbarkeit und Vernetzung auf der internationalen Ebene ausweiten. Parallel dazu konnte China auch seine zitatabasierten Indikatoren ausweiten, d.h. auch die Qualität des wissenschaftlichen Outputs konnte im Durchschnitt gesteigert werden. In einzelnen Wissenschaftsfeldern gehört China dabei bereits seit längerem zu den führenden Ländern, so beispielsweise in einigen Bereichen der Materialwissenschaften oder auch der Lebenswissenschaften (Biotechnologie, Gentechnik). Schwerpunkte zeigt das Wissenschaftssystem in der Elektrotechnik, den Materialwissenschaften sowie Teilen der Ingenieurwissenschaften. Darüber hinaus hat China in einigen Disziplinen/Themen hohe Ziele, so beispielsweise in der Quantenforschung oder der Künstlichen Intelligenz. Als Forschungs- und Wissenschaftspartner spielt China mittlerweile für Deutschland eine bedeutende Rolle.</p> <p>China ist auch wirtschaftlich intensiv mit dem Ausland verbunden und ist mittlerweile das weltweit größte Exportland, sowohl insgesamt wie auch im Bereich der Hochtechnologien (FuE-intensive Güter). Es erreicht dabei eine positive Handelsbilanz. Deutschland gehört zu den wichtigsten Handelspartnern Chinas. Deutschland erreicht dabei im bilateralen Handel eine positive Bilanz.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013                  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.                  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.                  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.                  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.</p>	

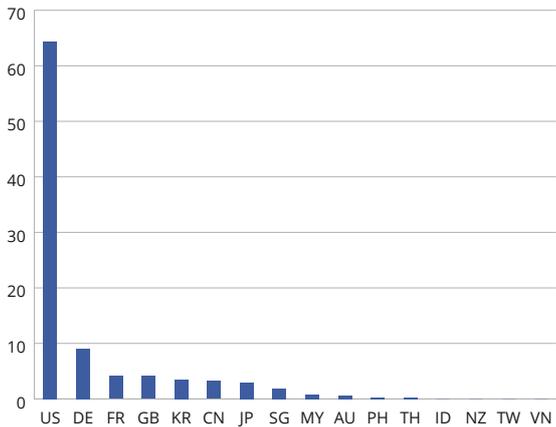
# Indien

Land: Indien; Bevölkerung: 1339,2 Millionen; Fläche: 3.287.000 km<sup>2</sup>, Werte in Prozent

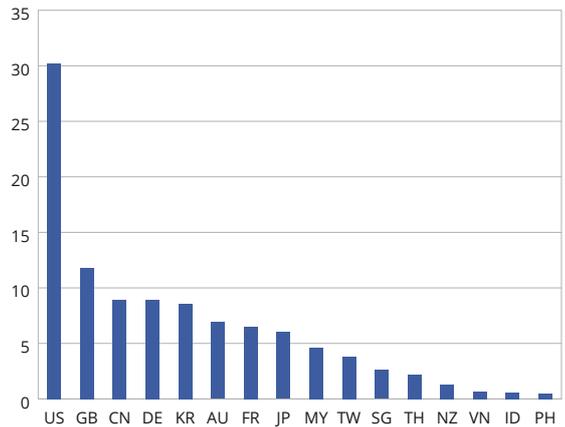


BIP	2.630 Mrd. \$
BIP pro Kopf	1.964 \$
Exporte +	217 Mrd. \$
Exporte HT +	49 Mrd. \$
Exportquote +	8,2%
Handelsbilanz +	-4,6%
Handelsbilanz HT* +	-0,8%
Exporte nach D. +	2,9%
Importe aus D +	7,0%
Welthandelsanteil +	1,8%
Welthandelsanteil HT* +	1,2%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



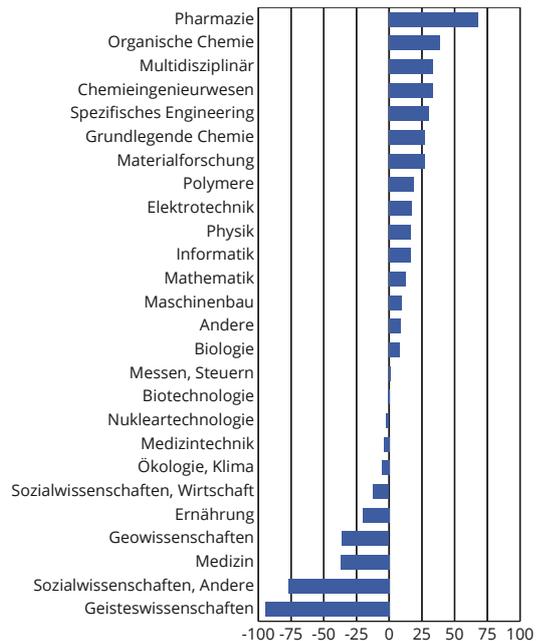
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2012)	383,2 Mio.
Arbeitslosenquote (2012)	2,8 %
FuE-Intensität (2015)	0,6%
FuE-Ausgaben (2015)	-
Patente transnational (2015)	3.406
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	2,6
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	1,3%
Patente CNIPA (2014)	1.674
Publikationen Scopus	111.685
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	83,4
Anteil an weltweiten Publikationen	5,1%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	0,7
Exzellenzrate (10%, 2015)	6,6%
WEF Index (2015)	4,59 (40)
Global Innovation Index (0-100)	35,18 (57)

Spezialisierungsindex bei Publikationen



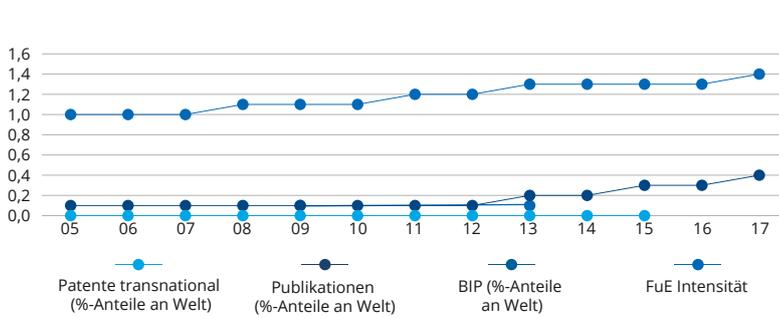
Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2013) ‡	3.84% ▼ # 17
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2013)	1,10% ▼ # 11
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	0,64% ▼ # 14
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,002% ▲ # 16
Forschende pro Mio. Einwohner (2015)	216 ▲ # 18
Anteil der Forscherinnen (2015)	13,9% ▼ # 8
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	n.v.
Ausländische Studierende im Inland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	44.767 MY, US, CA
Inländische Studierende im Ausland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Zielländer	270.736 US, AU, CA
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	63.195 #8 ◀ US, UK, DE   ▶ US, UK, DE 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	79 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	334,3 (THE)   168 (QS)
<p>Indien gehört mit einem pro-Kopf-Einkommen von knapp 2000 USD zu den Entwicklungsländern. Es ist mit einer FuE-Intensität von 0,6 Prozent des BIP nicht sonderlich auf Wissenschaft, Forschung und Technologie ausgerichtet. Auch ist der Anteil in den letzten Jahren eher gesunken als gestiegen. Die Anzahl der Patentanmeldungen ist mit 3.400 ebenfalls niedrig. Eine negative Handelsbilanz insgesamt sowie bei Hochtechnologie-Gütern sind ebenfalls in der Statistik ablesbar. Die Anzahl der wissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen ist auf Grund der Landesgröße in absoluten Zahlen mit 111.000 im Jahr 2017 durchaus nennenswert. Allerdings liegen die zitier-basierten Indikatoren deutlich unterhalb des weltweiten Durchschnitts, was eine geringe Sichtbarkeit und auch eine geringe Qualität der Veröffentlichungen nahelegt. Die Schwerpunkte des wissenschaftlichen Profils finden sich in der Chemie und der Pharmazie. Als überdurchschnittlich kooperierender Partner dominieren die USA sowohl bei Patenten wie auch bei Publikationen.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ – steigend bzw. ▼ – fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.

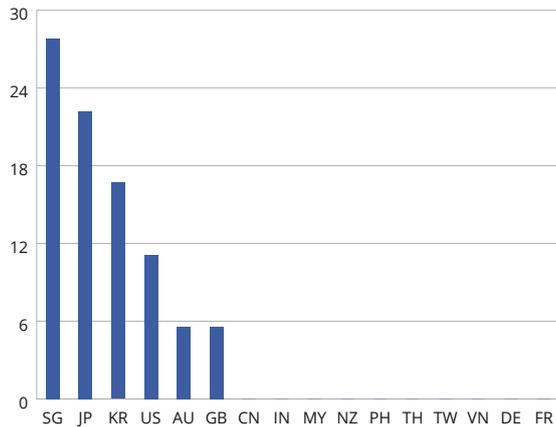
# Indonesien

Land: Indonesien; Bevölkerung: 264,0 Millionen; Fläche: 1.905.000 km<sup>2</sup>

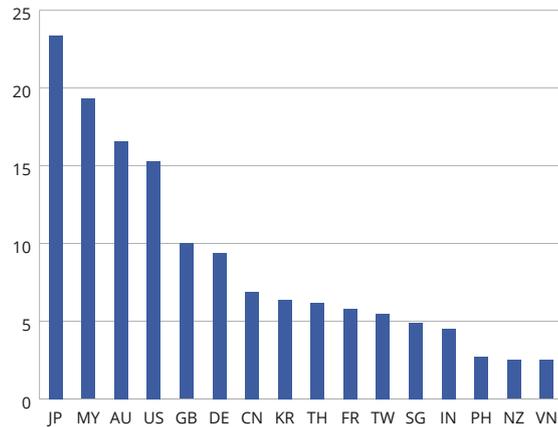


BIP	1.090 Mrd. \$
BIP pro Kopf	4.131 \$
Exporte +	169 Mrd. \$
Exporte HT +	22 Mrd. \$
Exportquote +	15,5%
Handelsbilanz +	1,1%
Handelsbilanz HT* +	-1,5%
Exporte nach D. +	1,6%
Importe aus D. +	3,2%
Welthandelsanteil +	1,4%
Welthandelsanteil HT* +	0,5%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



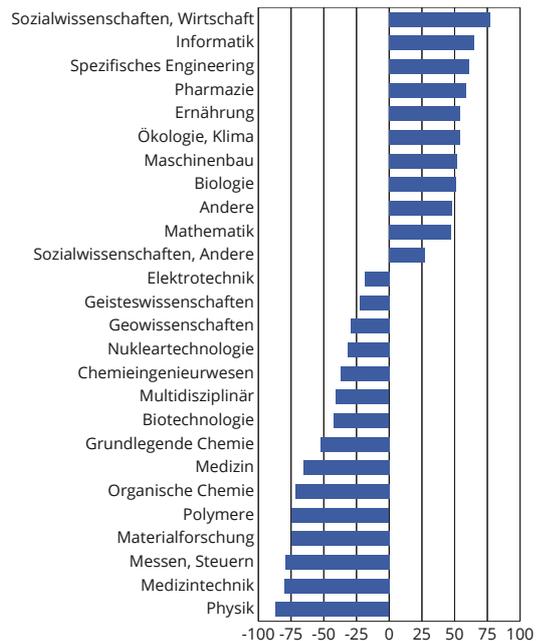
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	122,8 Mrd.
Arbeitslosenquote	4,4 %
FuE-Intensität (2013)	0,1%
FuE-Ausgaben	-
Patente transnational (2015)	33
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	0,1
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,0 %
Patente CNIPA (2014)	11
Publikationen Scopus	9.728
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	36,8
Anteil an weltweiten Publikationen	0,4%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	0,6
Exzellenzrate (10%, 2015)	4,5%
WEF Index (2015)	4,68 (36)
Global Innovation Index (0-100)	29,8 (85)

Spezialisierungsindex bei Publikationen



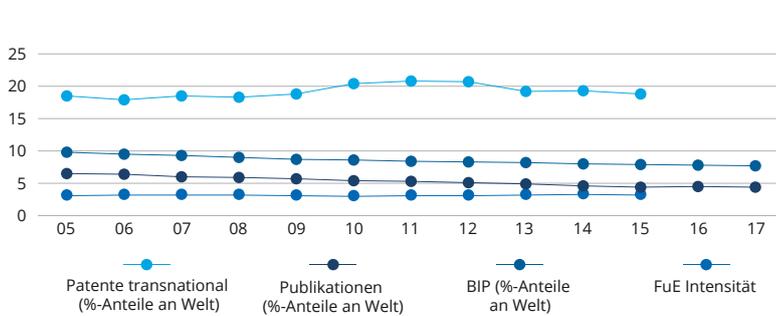
Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2015) ‡	3,58% ▲ # 15
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2015)	0,57% ▲ # 18
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2017)	0,44% ▲ # 19
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,001% ▼ # 17
Forschende pro Mio. Einwohner (2009)	89 ▼ # 20
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2013), in % BIP: GovERD   HERD	0,03% —   0,03% ▼
Ausländische Studierende im Inland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	6.047 MY, TH, IN
Inländische Studierende im Ausland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Zielländer	39.399 AU, MY, US
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	keine signifikante Anzahl von Mobilitäten im Zeitraum
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	82 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	801 (THE)   347,3 (QS)
<p>Indonesien ist mit einem pro-Kopf-Einkommen von 4.100 USD zu den Entwicklungsländern zu zählen. Mit einer FuE-Intensität von 0,1 Prozent des BIP und sehr niedrigen Anteilen bei Forschenden, den Patenten und den wissenschaftlichen Veröffentlichungen ist es nicht auf Wissenschaft, Forschung und Innovation ausgerichtet. Insgesamt erreicht es eine positive Handelsbilanz, jedoch in der Hochtechnologie ist diese negativ. Knapp 10.000 wissenschaftliche Veröffentlichungen bei einer Bevölkerungszahl von 264 Millionen sowie deutlich unter dem Weltdurchschnitt befindliche Zitratraten machen Indonesien als wissenschaftlichen Partner für Deutschland nicht sonderlich attraktiv. Die Schwerpunkte im wissenschaftlichen Profil liegen in den Sozialwissenschaften und der Informatik sowie einzelnen Bereichen der Ingenieurs- und Naturwissenschaften.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ – steigend bzw. ▼ – fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.

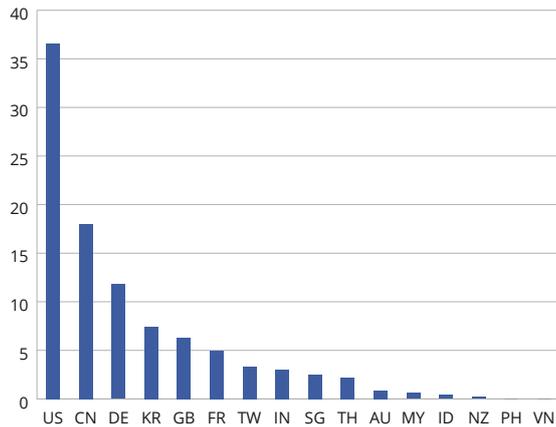
# Japan

Land: Japan; Bevölkerung: 126,8 Millionen; Fläche: 377.972 km<sup>2</sup>

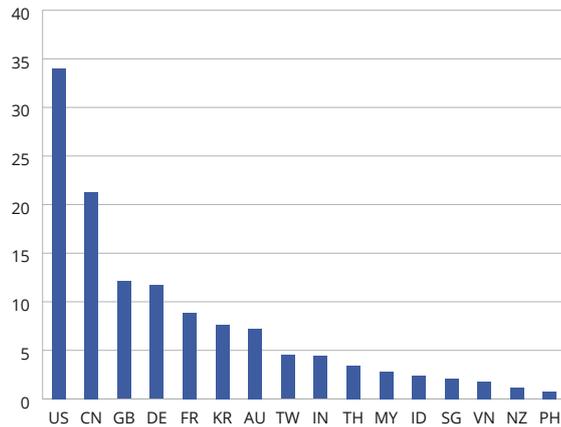


BIP	6.156 Mrd. \$
BIP pro Kopf	48.557 \$
Exporte +	698 Mrd. \$
Exporte HT +	347 Mrd. \$
Exportquote +	11,3%
Handelsbilanz +	0,5%
Handelsbilanz HT* +	3,3%
Exporte nach D. +	2,7%
Importe aus D +	5,6%
Welthandelsanteil +	5,8%
Welthandelsanteil HT* +	8,3%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



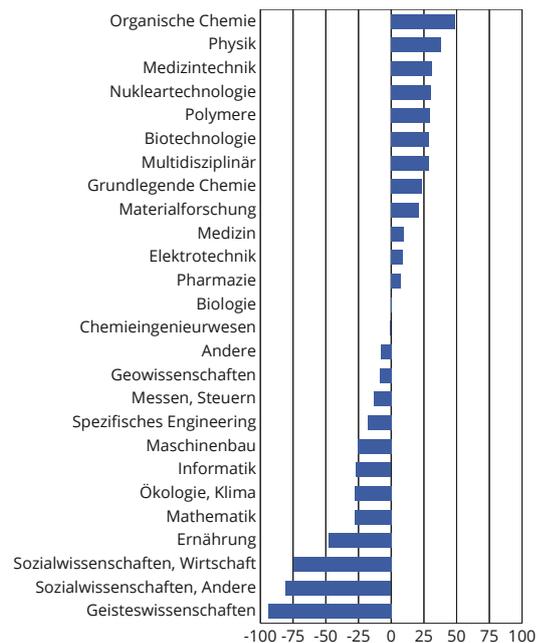
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



### Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2016)	61,2 Mio.
Arbeitslosenquote	3,0%
FuE-Intensität (2015)	3,3%
FuE-Ausgaben (2016)	149,5 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	49.168
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	386,7
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	18,8%
Patente CNIPA (2014)	38.686
Publikationen Scopus	97.579
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	769,6
Anteil an weltweiten Publikationen	4,4%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	0,9
Exzellenzrate (10%, 2015)	8,4%
WEF Index (2015)	5,49 (9)
Global Innovation Index (0-100)	54,95 (13)

### Spezialisierungsindex bei Publikationen

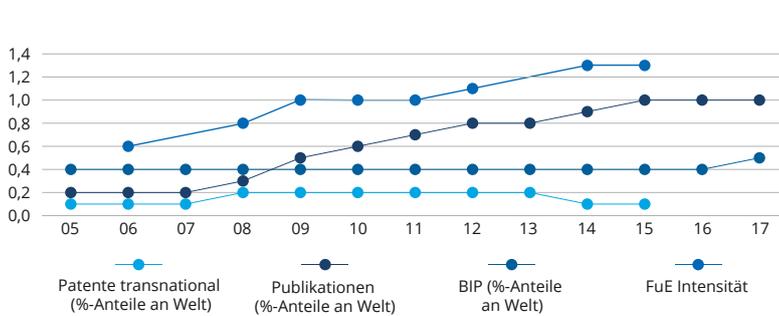


Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2016) ‡	3,47% ▼ # 16
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2016)	0,65% ▼ # 16
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	0,76% ▼ # 12
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2015)	0,012% ▼ # 12
Forschende pro Mio. Einwohner (2016)	5.210 ▲ # 4
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	0,24% ▼   0,39% ▼
Ausländische Studierende im Inland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	143.573 CN, VN, KR
Inländische Studierende im Ausland (2016 bzw. aktuellstes Jahr) TOP 3 APRA-Zielländer	28.514 US, UK, DE
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	57.774 # 9 ◀ US, CN, UK   ▶ US, CN, KR 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	368 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	119,3 (THE)   38,7 (QS)
<p>Japan gehört zum Kreis der industrialisierten und innovationsorientierten Volkswirtschaften. Es erreicht ein pro-Kopf-Einkommen von knapp 49.000 USD und einen Handelsbilanzüberschuss bei Hochtechnologie-Waren in Höhe von 3,3 Prozent des BIP. Deutschland hat mit Japan einen positiven Handelsbilanzsaldo. Japan meldet auf der internationalen Ebene weltweit die zweitmeisten Patente an und kann damit seine internationalen Exportmärkte insbesondere in den Spitzentechnologien und den hochwertigen Technologien schützen. Die hohe FuE-Intensität von 3,3 Prozent des Landes ist eine Basis hierfür.</p> <p>Die wissenschaftlichen Publikationen Japans haben sich in den letzten Jahren kaum erhöht, so dass die weltweiten Anteile deutlich zurückgegangen sind auf zuletzt 4,4 Prozent. Als eine Ursache ist das insgesamt stark elitär ausgerichtete Wissenschaftssystem zu nennen. So sichert sich z.B. eine handvoll der japanischen Top-Universitäten den Großteil der im Wettbewerbsverfahren vergebenen Drittmittel (auf die Top 3 Japanischen Universitäten entfallen 50-60 Prozent der Drittmittel), und diese Universitäten haben wiederum einen großen Anteil beim wissenschaftlichen Output, z.B. beim Anteil der Top 10 Prozent Publikationen.</p> <p>Insgesamt ist Japan nicht sonderlich auf internationale Kooperationen ausgerichtet, wie sich beispielsweise am vergleichsweise niedrigen Anteil internationaler Ko-Publikationen zeigt. Der Anteil ist zwar angestiegen, erreichte aber in 2017 dennoch nur 30,4 Prozent. Die wichtigsten Partner für Japan sind die USA, China und Vereinigtes Königreich. Die wissenschaftlichen Schwerpunkte liegen in den Lebenswissenschaften (Medizintechnik, Biotechnologie, Medizin, Pharma und Teilen der Chemie) sowie in der Materialforschung.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013                  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.                  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.                  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.                  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.</p>	

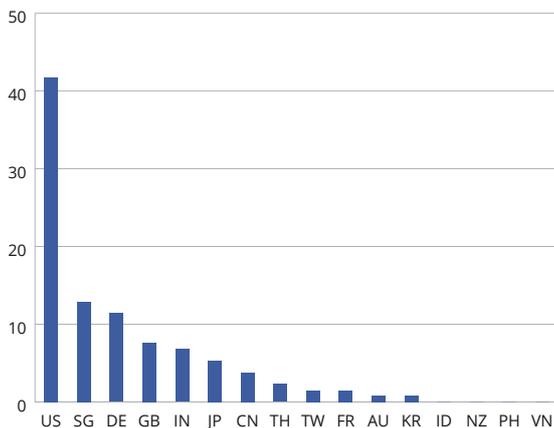
# Malaysia

Land: Malaysia; Bevölkerung: 31,6 Millionen; Fläche: 330.803 km<sup>2</sup>

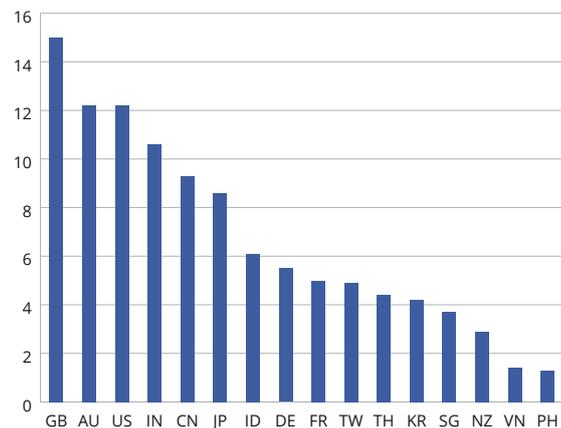


BIP	364 Mrd. \$
BIP pro Kopf	11.521 \$
Exporte +	216 Mrd. \$
Exporte HT +	66 Mrd. \$
Exportquote +	59,4%
Handelsbilanz +	7,2%
Handelsbilanz HT* +	1,7%
Exporte nach D. +	2,9%
Importe aus D. +	4,2%
Welthandelsanteil +	1,8%
Welthandelsanteil HT* +	1,6%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



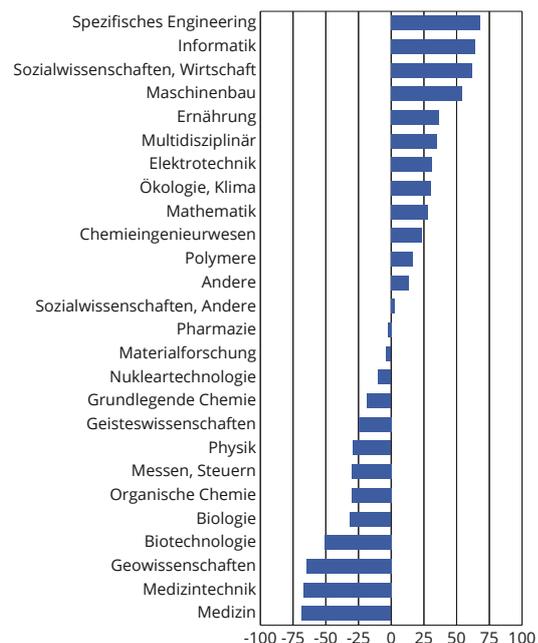
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2016)	14,2 Mio.
Arbeitslosenquote (2016)	3,4%
FuE-Intensität (2015)	1,3%
FuE-Ausgaben	-
Patente transnational (2015)	356
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	11,6
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,1%
Patente CNIPA (2014)	473
Publikationen Scopus	22.022
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	696,4
Anteil an weltweiten Publikationen	1,0%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	0,8
Exzellenzrate (10%, 2015)	8,3%
WEF Index (2015)	5,17 (23)
Global Innovation Index (0-100)	43,16 (35)

Spezialisierungsindex bei Publikationen

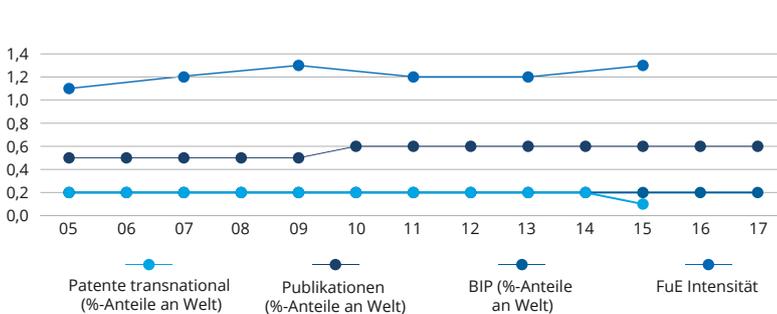


Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2016) ‡	4,83% ▼ # 10
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2016)	1,13% ▼ # 10
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2017)	1,39% ▲ # 3
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,025% ▲ # 8
Forschende pro Mio. Einwohner (2015)	2.274 ▲ # 14
Anteil der Forscherinnen (2015)	48,6% ▲ # 2
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	0,08% ▼   0,32% ▲
Ausländische Studierende im Inland (2017) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	100.766 CN, ID, IN
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	54.352 UK, AU, US
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	2.601 #16 ◀ UK   ▶ UK 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	136 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	467,7 (THE)   157,7 (QS)
<p>Malaysia lässt sich zu den Ländern mit mittlerem pro-Kopf-Einkommen rechnen (wenngleich an der unteren Schwelle). Es hat insgesamt eine positive Handelsbilanz und auch bei Hochtechnologie-Waren ist die Bilanz positiv. Es importiert Waren in höherem Wert aus Deutschland als es nach hier exportiert.</p> <p>Die FuE-Intensität in Malaysia ist in den letzten Jahren angestiegen und erreichte in 2015 ein Niveau von 1,3 Prozent des BIP. Die Patente auf der transnationalen Ebene haben bis 2010 ebenfalls zugenommen, stagnieren seitdem mehr oder weniger, und bleiben mit absolut 356 Anmeldungen auf bescheidenem Niveau. Am chinesischen Patentamt werden nur wenige Patente mehr angemeldet und die Zahl der Patentfamilien ist mit gut 1.300 Anmeldungen ebenfalls nicht sehr hoch. Die Zahl hat sich auch kaum verändert. Malaysia ist derzeit technologisch somit nicht sehr wettbewerbsfähig.</p> <p>Bezogen auf die wissenschaftlichen Veröffentlichungen gehört Malaysia zu den Ländern mit der größten Dynamik. Von 2007 bis 2017 hat sich die Anzahl der Veröffentlichungen mehr als versechsfacht. Gut 22.000 Veröffentlichungen im Jahr 2017 bedeuten einen Anteil von knapp 0,8 Prozent an den weltweiten Veröffentlichungen. Parallel zum massiven Aufwuchs ist es Malaysia aber nicht gelungen, auch seine Sichtbarkeit bzw. Qualität deutlich zu erhöhen. Die zitatbasierten Indikatoren bleiben unter dem Weltdurchschnitt. Schwerpunkte im malaysischen Wissenschaftsprofil bilden neben Lebensmittelforschung und den speziellen Ingenieurwissenschaften in der jüngeren Vergangenheit auch die Informatik und die Elektrotechnik.</p> <p>Bei internationalen Ko-Publikationen ist der Anteil eher niedrig, gemessen an der Größe des Landes, aber zuletzt angestiegen. Gut 43 Prozent wurden in internationaler Kooperation publiziert. Dabei richtet Malaysia allerdings immer stärker seine Aufmerksamkeit auf Länder außerhalb der asiatisch-pazifischen Region. Wichtigste Partner sind Vereinigtes Königreich, Australien, USA sowie innerhalb des APRA China und Indien. Deutschland liegt mit einem Anteil von 5,5 Prozent an den internationalen Ko-Publikationen deutlich zurück. Die Anteile sind aber seit 2015 angestiegen.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.</p>	

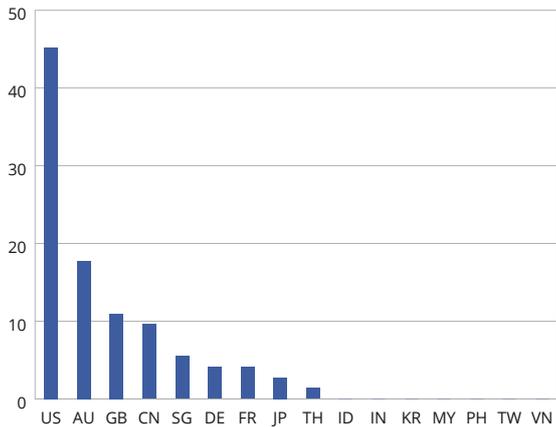
# Neuseeland

Land: Neuseeland; Bevölkerung: 4,8 Millionen; Fläche: 268.021 km<sup>2</sup>

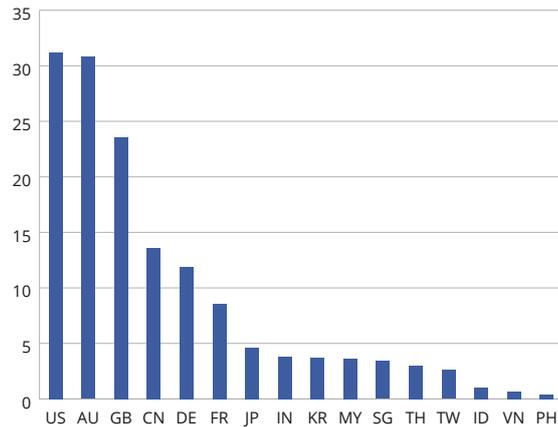


BIP	181 Mrd. \$
BIP pro Kopf	37.853 \$
Exporte +	38 Mrd. \$
Exporte HT +	3 Mrd. \$
Exportquote +	21,0%
Handelsbilanz +	-1,0%
Handelsbilanz HT* +	-6,4%
Exporte nach D. +	1,3%
Importe aus D +	5,0%
Welthandelsanteil +	0,3%
Welthandelsanteil HT* +	0,1%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



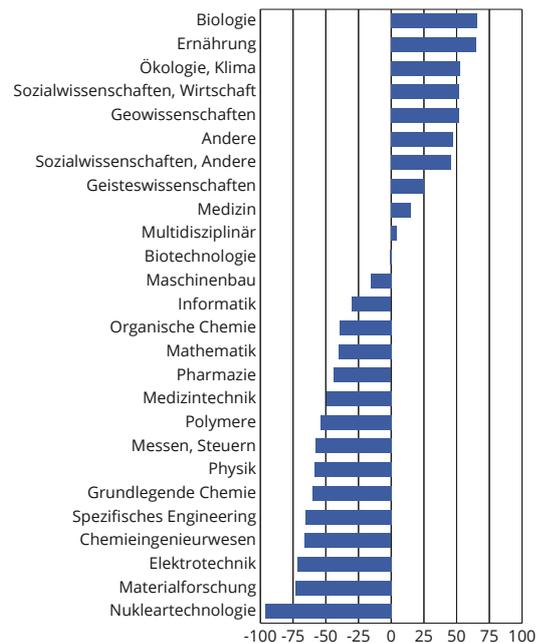
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



## Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	2,6 Mio.
Arbeitslosenquote	4,9%
FuE-Intensität (2015)	1,3%
FuE-Ausgaben (2015)	2,0 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	368
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	80,1
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,1%
Patente CNIPA (2014)	246
Publikationen Scopus	12.774
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	2.664,6
Anteil an weltweiten Publikationen	0,6%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,4
Exzellenzrate (10%, 2015)	13,8%
WEF Index (2015)	5,37 (13)
Global Innovation Index (0-100)	51,29 (22)

## Spezialisierungsindex bei Publikationen



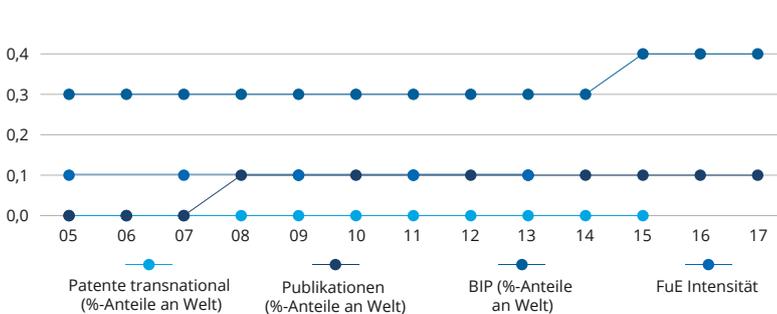
Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2016) ‡	6,30% ▼ # 1
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2016)	1,59% ▼ # 2
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	1,70% ▲ # 1
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,028% ▼ # 5
Forschende pro Mio. Einwohner (2015)	4.052 ▲ # 11
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2015), in % BIP: GovERD   HERD	0,26% ▼   0,38% ▲
Ausländische Studierende im Inland (2015) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	54.302 CN, IN, AU
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	5.151 AU, US, UK
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	12.256 #13 ◀ US, UK, AU   ▶ US, UK, AU 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	40 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	234,3 (THE)   160,3 (QS)
<p>Neuseeland gehört mit einem BIP pro Kopf von knapp 38.000 USD zum oberen Bereich der „middle-income“-Länder, verdankt dieses Niveau jedoch weniger Forschung, Entwicklung und Innovation als vielmehr Rohstoffen und Landwirtschaftsprodukten. Die FuE-Intensität ist recht konstant bei 1,3 Prozent auf vergleichsweise niedrigem Niveau und auch die Patentanmeldungen erreichen eine eher geringe Zahl.</p> <p>Neuseeland kann seinen weltweiten Anteil an den wissenschaftlichen Publikationen nur leicht erhöhen auf 0,6 Prozent. In absoluten Zahlen sind 12.770 Beiträge im Jahr 2017, was eine Intensität (Veröffentlichungen pro 1 Million Einwohner) von 2.670 entspricht. Ähnlich hohe Werte erreichen lediglich Australien und Singapur. Auch die Qualität und Sichtbarkeit ist überdurchschnittlich und konnte in den letzten Jahren sogar noch gesteigert werden. Thematische Schwerpunkte finden sich in den Geistes- und Sozialwissenschaften sowie bei Ökologie, Biologie, Ernährung. Die internationale Vernetzung, gemessen durch Ko-Publikationen, stieg im Zeitverlauf an und erreichte zuletzt ein Niveau von gut 55 Prozent. Neuseeland kooperiert international besonders intensiv in den Bereichen Geowissenschaften, Ökologie/Klima und Biologie. Die Ko-Publikationen mit Deutschland haben sich über die Zeit zwar deutlich erhöht, bleiben aber mit ca. 900 im Jahr 2017 absolut betrachtet eher gering auf einem ähnlichen Niveau wie mit China. Intensiv kooperiert Neuseeland hingegen mit Australien, USA und dem Vereinigten Königreich.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ – steigend bzw. ▼ – fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.

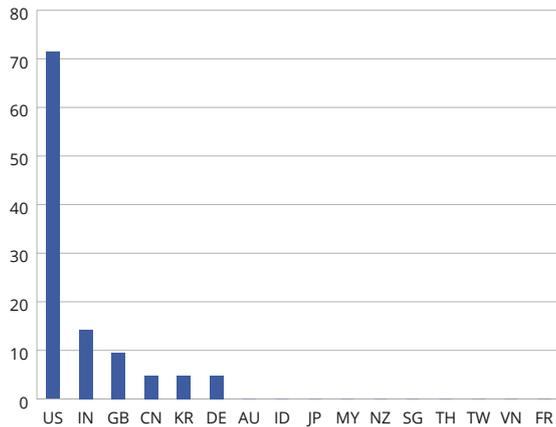
# Philippinen

Land: Philippinen; Bevölkerung: 104,9 Millionen.; Fläche: 300.000 km<sup>2</sup>

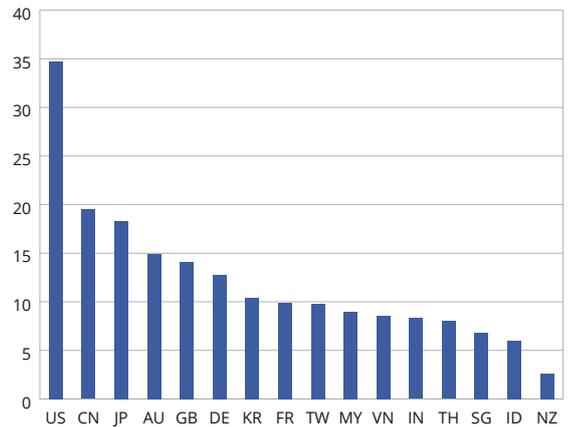


BIP	303 Mrd. \$
BIP pro Kopf	2.891 \$
Exporte +	69 Mrd. \$
Exporte HT +	43 Mrd. \$
Exportquote +	22,7%
Handelsbilanz +	-10,6%
Handelsbilanz HT* +	-0,3%
Exporte nach D. +	3,9%
Importe aus D. +	3,1%
Welthandelsanteil +	0,6%
Welthandelsanteil HT* +	1,0%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



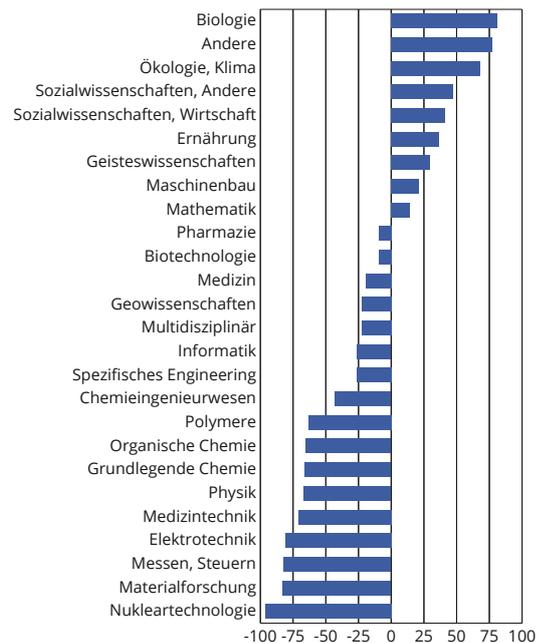
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2016)	41,0 Mio.
Arbeitslosenquote	2,7%
FuE-Intensität (2013)	0,1%
FuE-Ausgaben	-
Patente transnational (2015)	49
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	0,5
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,0%
Patente CNIPA (2014)	33
Publikationen Scopus	2.243
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	21,4
Anteil an weltweiten Publikationen	0,1%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,1
Exzellenzrate (10%, 2015)	8,6%
WEF Index (2015)	4,35 (56)
Global Innovation Index (0-100)	31,56 (73)

Spezialisierungsindex bei Publikationen



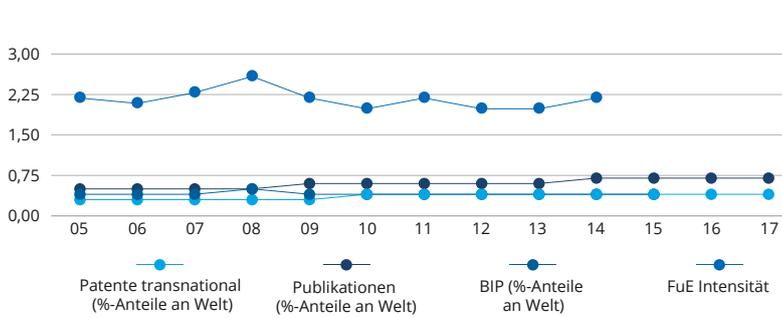
Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2009) ‡	2,65% ▼ # 20
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2009)	0,32% ▲ # 20
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2017)	0,62% ▲ # 15
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2017)	0,003% ▼ # 14
Forschende pro Mio. Einwohner (2013)	188 ▲ # 19
Anteil der Forscherinnen (2013)	48,0% ▼ # 3
FuE-Ausgaben nach Sektor (2015), in % BIP: GovERD   HERD	n.v.
Ausländische Studierende im Inland (2015) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	2.774 KR, CN, US
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	13.408 AU, US, NZ
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	keine signifikante Anzahl von Mobilitäten im Zeitraum
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	96 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019) #	651,0 (THE)   612,0 (QS)
<p>Die Philippinen gehören zu den Entwicklungsländern. Mit einem pro-Kopf-Einkommen von knapp 2.900 USD und einer negativen Handelsbilanz sowie einer FuE-Quote von 0,1 Prozent erreichen die Philippinen nur geringe Werte bei diesen Indikatoren. Auch die Anzahl der Patente und der wissenschaftlichen Publikationen liegen deutlich hinter den Werten und Entwicklungen der Schwellenländer. Insgesamt ca. 2.200 Veröffentlichungen im Jahr 2017 in internationalen Zeitschriften führen zu einer Publikationsintensität von lediglich 21 Veröffentlichungen je eine Million Einwohner. Knapp 60 Prozent der Veröffentlichungen entstehen dabei in Kooperation mit internationalen Partnern, wobei hier neben den USA auch China und Japan aufscheinen. Ähnlich wie zahlreiche andere Entwicklungs- und Schwellenländer fokussiert das wissenschaftliche Profil der Philippinen auf grundlegende Themen im Kontext von Landwirtschaft und Ernährung.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ – steigend bzw. ▼ – fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.  
# Das THE-Ranking führt nur zwei Hochschulen.

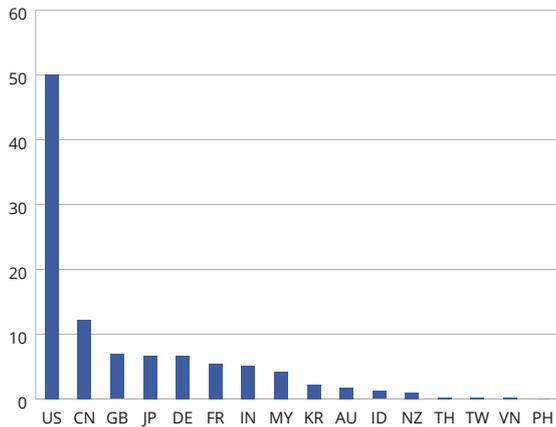
# Singapur

Land: Singapur; Bevölkerung: 5,6 Millionen; Fläche: 721,5 km<sup>2</sup>

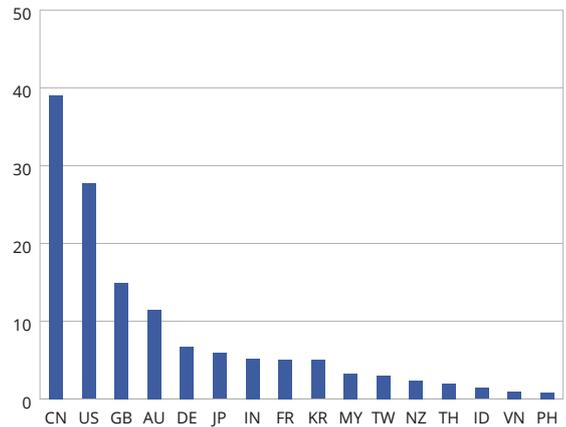


BIP	310 Mrd. \$
BIP pro Kopf	55.236 \$
Exporte +	373 Mrd. \$
Exporte HT +	201 Mrd. \$
Exportquote +	120,4%
Handelsbilanz +	14,1%
Handelsbilanz HT* +	15,0%
Exporte nach D. +	1,7%
Importe aus D +	3,6%
Welthandelsanteil +	3,1%
Welthandelsanteil HT* +	4,8%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



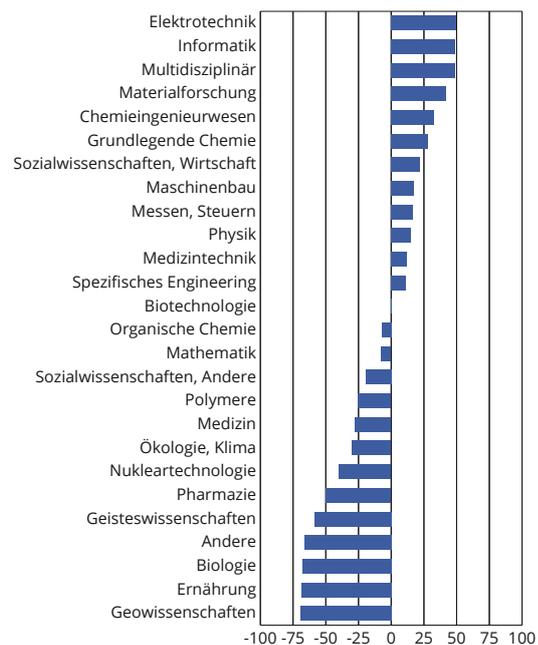
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



## Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2015)	2,1 Mio.
Arbeitslosenquote (2016)	4,1%
FuE-Intensität (2014)	2,2%
FuE-Ausgaben (2014)	9,4 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	1.117
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	201,8
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,4%
Patente CNIPA (2014)	2.367
Publikationen Scopus	15.854
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	2.824,9
Anteil an weltweiten Publikationen	0,7%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,9
Exzellenzrate (10%, 2015)	21,0%
WEF Index (2015)	5,71 (3)
Global Innovation Index (0-100)	59,83 (5)

## Spezialisierungsindex bei Publikationen



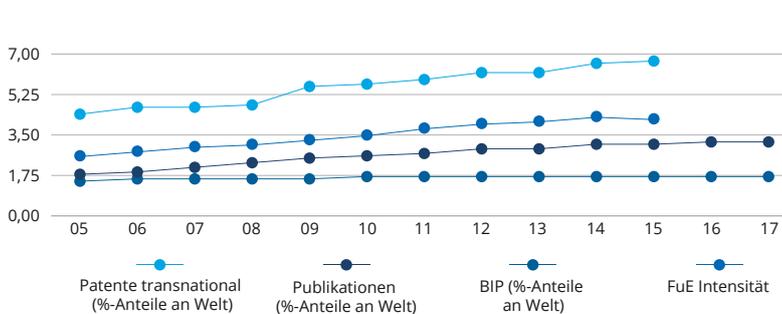
Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2013) ‡	2,90% ▼ # 19
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2016)	1,00% ▼ # 12
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	1,13% ▲ # 10
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung	n.v.
Forschende pro Mio. Einwohner (2014)	6.730 ▲ # 2
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2015), in % BIP: GovERD   HERD	n.v.
Ausländische Studierende im Inland (2015) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	n.v.
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	23.573 AU, UK, US
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	8.211 #14 ◀ US, UK   ▶ US, UK 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	38 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019) #	37,0 (THE)   174,3 (QS)
<p>Singapur gehört zu den innovativsten Volkswirtschaften der Welt. Es erreicht ein BIP pro-Kopf von 55.000 USD, hat eine FuE-Quote 2,2 Prozent und eine Zahl von 6.600 Forschenden pro eine Million Einwohner. Die Handelsbilanzen sind deutlich positiv. Die enorme Exportquote von 120 Prozent belegt, dass Singapur ein Umschlagsplatz für internationale Waren ist. Darüber hinaus zeigt es, dass die Exporte zu einem großen Teil auf Importen von Vorleistungsgütern beruhen, die in Singapur weiterverarbeitet und veredelt werden.</p> <p>Patentanmeldungen auf der transnationalen Ebene zielen auf internationale Märkte ab und sind für Singapur insofern von Bedeutung. Es meldet gut 200 solcher Patente pro eine Million Einwohner an. Allerdings ist Singapur deutlich auf den nordamerikanischen Markt ausgerichtet, weshalb es ausschließlich dort deutlich mehr seiner Patente anmeldet.</p> <p>Auch wissenschaftlich gehört Singapur zu den weltweiten Spitzenreitern. Insgesamt knapp 16.000 Veröffentlichungen in internationalen Zeitschriften, was zu einer Intensität (pro Kopf) von 2.800 und weltweiten Anteilen von 0,7 Prozent führen, werden hoch zitiert, was deren Sichtbarkeit und Qualität belegt. Schwerpunkte finden sich in der Elektrotechnik und der Informatik sowie in Materialforschung und Chemie. Singapurs Wissenschaftssystem ist international gut vernetzt. Zwei Drittel der Veröffentlichungen entstehen im Austausch mit internationalen Partnern, insbesondere aus China - hier spielt die Sprache sowie die kulturelle Nähe eine wesentliche Rolle - den USA, dem Vereinigten Königreich und Australien.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.  
# Das THE-Ranking führt zwei, das QS-Ranking drei Hochschulen auf. Letzteres wird stark vom Drittplatzierten beeinflusst (#11 und #12 vs. #500).

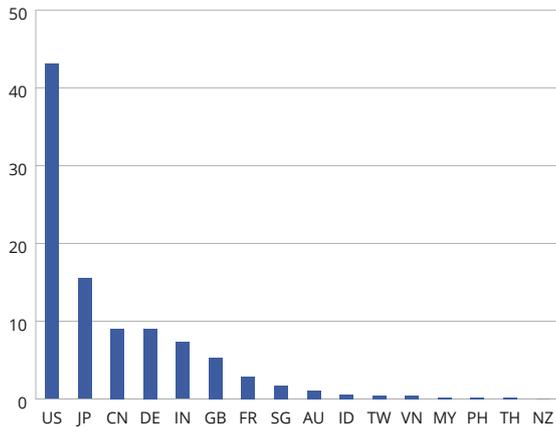
# Südkorea

Land: Südkorea; Bevölkerung: 51,5 Millionen; Fläche: 100.210 km<sup>2</sup>

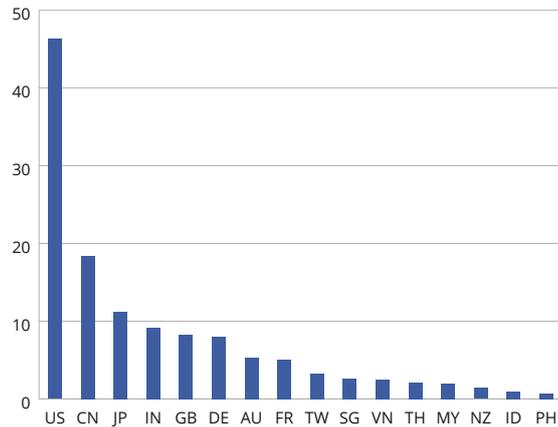


BIP	1.346 Mrd. \$
BIP pro Kopf	26.152 \$
Exporte +	574 Mrd. \$
Exporte HT +	208 Mrd. \$
Exportquote +	42,6%
Handelsbilanz +	6,2%
Handelsbilanz HT* +	5,5%
Exporte nach D. +	1,5%
Importe aus D +	6,6%
Welthandelsanteil +	4,8%
Welthandelsanteil HT* +	5,0%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



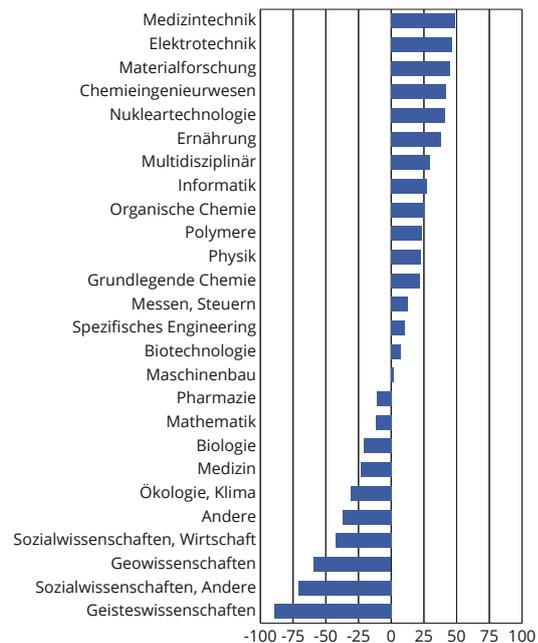
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	-
Arbeitslosenquote	3,8%
FuE-Intensität (2015)	4,2%
FuE-Ausgaben (2016)	75,9 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	17.460
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	342,3
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	6,7%
Patente CNIPA (2014)	13.578
Publikationen Scopus	70.680
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	1.373,3
Anteil an weltweiten Publikationen	3,2%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,1
Exzellenzrate (10%, 2015)	10,1%
WEF Index (2015)	5,07 (26)
Global Innovation Index (0-100)	56,63 (12)

Spezialisierungsindex bei Publikationen

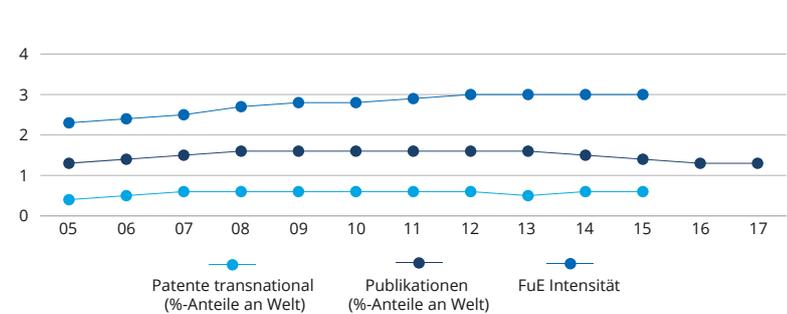


Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2015) ‡	5,25% ▼ # 7
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2015)	1,00% ▼ # 13
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	1,25% ▲ # 4
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,027% ▲ # 6
Forschende pro Mio. Einwohner (2016)	7.113 ▲ # 1
Anteil der Forscherinnen (1998)	6,5% ▼ ▲ # 9
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	0,49% ▼   0,39% ▲
Ausländische Studierende im Inland (2016) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	61.888 CN, VN, JP
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	101.671 US, JP, AU
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	33.333 # 10 ◀ US, JP, IN   ▶ US, CN, JP 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	362 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	82,3 (THE)   53,0 (QS)
<p>Südkorea gehört zwar zu den industrialisierten und forschungsintensivsten Ländern der Welt, erreicht jedoch nach wie vor lediglich ein BIP pro Kopf von 26.000 USD. Es hat eine hohe Exportquote und eine positive Handelsbilanz sowohl insgesamt wie auch bei Hochtechnologie-Gütern. Die FuE-Intensität ist mit 4,2 Prozent weltweit die höchste und es arbeiten gut 7.000 Personen je eine Million Einwohner in Forschung und Entwicklung. Südkoreas Wirtschaft arbeitet ist sehr patentintensiv, was sich unter anderem mit den technologischen Schwerpunkten in den Bereichen Telekommunikation und Elektronik erklären lässt. 17.000 transnationale Patente sind eine beachtliche Zahl (342 Patente pro eine Million Einwohner). Das Land hat aber eine deutliche Ausrichtung auf den nordamerikanischen Markt, so dass dort noch deutlich mehr Patente angemeldet werden.</p> <p>Wissenschaftlich hat sich Südkorea in den letzten Jahren stärker um internationalen Anschluss bemüht und veröffentlicht mittlerweile 20.000 seiner 70.000 jährlichen Zeitschriftenbeiträge (dies sind 28,4 Prozent, was nur eine geringe Veränderung über die Zeit darstellt) gemeinsam mit internationalen Partnern. Ähnlich wie Japan ist die Kooperationsintensität für den wissenschaftlich-technologischen Entwicklungsstand jedoch alniedrig zu bewerten. Die wichtigsten Partner für Südkorea sind mit deutlichen Abstand (fast die Hälfte der internationalen Ko-Publikationen Südkoreas) die USA, gefolgt von China und Japan. Deutschland erreicht Anteile an den südkoreanischen Ko-Veröffentlichungen von 8 Prozent und liegt damit gleichauf mit Indien und dem Vereinigten Königreich. Die thematischen Schwerpunkte im Wissenschaftsprofil Südkoreas bilden die Medizintechnik, Elektrotechnik, Materialforschung und Informatik sowie verschiedene Bereiche der Chemie.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013                  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.                  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.                  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.                  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.</p>	

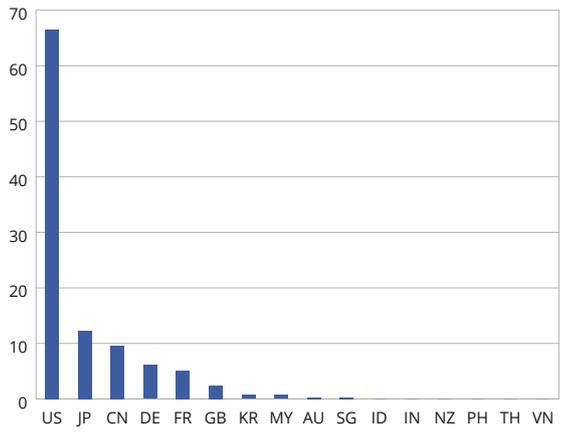
# Taiwan

Land: Taiwan; Bevölkerung: 23,6 Million.; Fläche: 36.193 km<sup>2</sup>

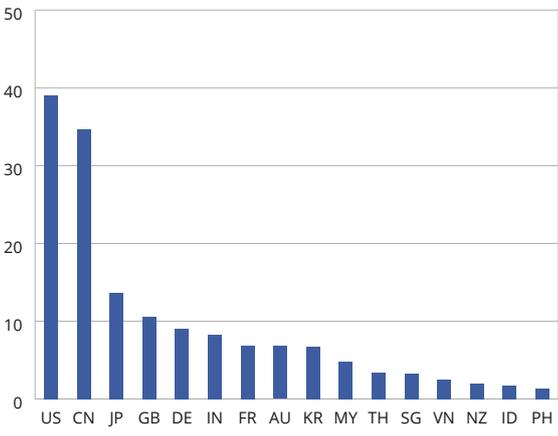


BIP	579,3 Mrd. \$ <sup>1</sup>
BIP pro Kopf	24.577 \$
Exporte +	317.2 Mrd. \$ <sup>2</sup>
Exporte HT +	n.v.
Exportquote +	n.v.
Handelsbilanz +	n.v.
Handelsbilanz HT* +	n.v.
Exporte nach D. +	n.v.
Importe aus D. +	n.v.
Welthandelsanteil +	n.v.
Welthandelsanteil HT* +	n.v.

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



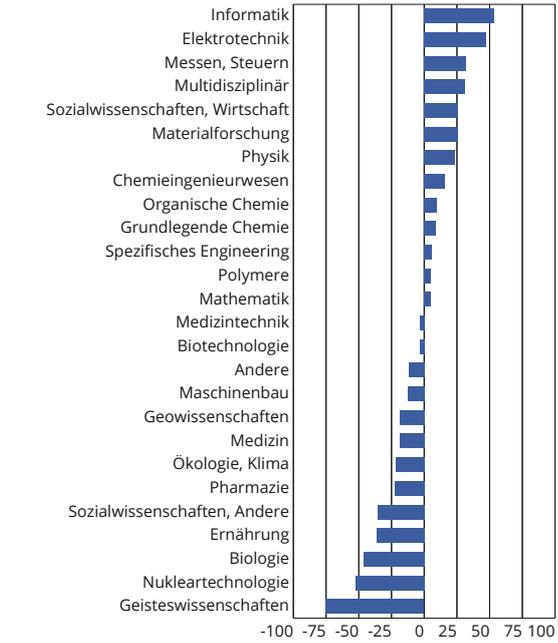
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	11.4 Mio. <sup>3</sup>
Arbeitslosenquote	n.v.
FuE-Intensität (2015)	3,0%
FuE-Ausgaben	32.5 Mrd. \$
Patente transnational (2015)	1.632
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	69,5
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,6%
Patente CNIPA (2014)	10.848
Publikationen Scopus	27.640
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	1.173,1
Anteil an weltweiten Publikationen	1,3%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,1
Exzellenzrate (10%, 2015)	10,1%
WEF Index (2015)	5,33 (15)
Global Innovation Index (0-100)	

Spezialisierungsindex bei Publikationen

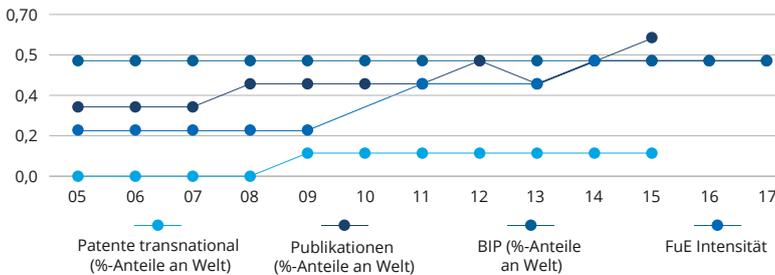


Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2017) ‡	5.05% ▼ # 8
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2016)	1,43% ▼ # 4
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung	n.v.
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung	n.v.
Forschende pro Mio. Einwohner (2013)	6.275 ▲ # 3
Anteil der Forscherinnen	n.v.
FuE-Ausgaben nach Sektor (2016), in % BIP: GovERD   HERD	0,41% ▲   0,28% ▼
Ausländische Studierende im Inland (2017) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	116.416 CN, MY, HK
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	63.270 US, AU, JP
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	14.566 #12 ◀ US, CN   ▶ US, CN 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	272 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	324,0 (THE)   147,7 (QS)
<p>Taiwan gehört mit einem pro-Kopf Einkommen von gut 50.000 USD zu den hochentwickelten Industrieländern. Es hat meiner einer FuE-Intensität von 3 Prozent ein ähnliches Niveau wie Deutschland. Allerdings ist das Land sehr stark auf Nordamerika als Markt ausgerichtet, was sich unter anderem auch in den hohen Ko-Patent-Anteilen mit den USA niederschlägt. Diese deutliche Ausrichtung führt auch dazu, dass die Anzahl der transnationalen Patente vergleichsweise niedrig ausfällt. Würde man stattdessen die ausschließlich für den US-Amerikanischen Markt relevanten Patente am US-Patentamt betrachten, dann würde Taiwan besser abschneiden und auch ein engerer Zusammenhang mit den hohen FuE-Investitionen zu Tage treten.</p> <p>Die wissenschaftlichen Schwerpunkte Taiwans sind eng mit den wirtschaftlichen Stärken in der Mikroelektronik verbunden und liegen in der Informatik, der Elektrotechnik und bei Messen / Steuern / Regeln. In den letzten Jahren haben sich die internationalen Ko-Publikationen mit dem Nachbarland China nicht zuletzt auf Grund der kulturellen und sprachlichen Nähe sehr dynamisch entwickelt. China ist Taiwans zweitwichtigster internationaler Wissenschaftspartner hinter den USA. Die enge Verbundenheit mit den USA und in jüngerer Zeit mit China zeigen sich auch in der Wissenschaftlermobilität. Umgekehrt ist Taiwan aber für Studierende aus der Region, allen voran China, Hong Kong und Malaysia attraktiv.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013                  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.                  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.                  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.                  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.                  1 Current US\$, Quelle: <a href="https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/taiwan-node/-/200906">https://www.auswaertiges-amt.de/de/aussenpolitik/laender/taiwan-node/-/200906</a>                  2 Quelle: National Statistics, Republic of Taiwan, (<a href="https://eng.stat.gov.tw/mp.asp?mp=5">https://eng.stat.gov.tw/mp.asp?mp=5</a>)                  3 Quelle: MSTI-Datenbank, (<a href="http://www.oecd.org/sti/msti.htm">http://www.oecd.org/sti/msti.htm</a>)                  4 Quelle: OECD (<a href="https://data.oecd.org/">https://data.oecd.org/</a>)</p>	

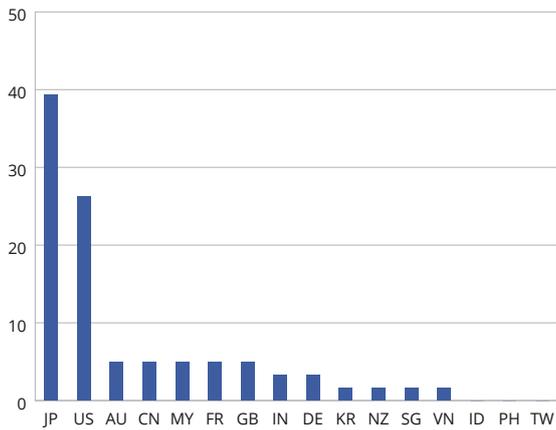
# Thailand

Land: Thailand; Bevölkerung: 69,0 Millionen; Fläche: 513.120 km<sup>2</sup>

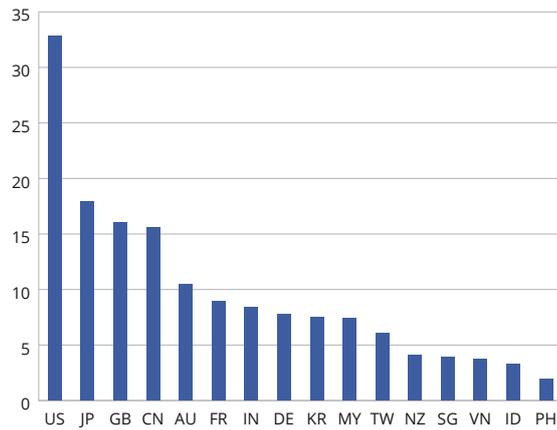


BIP	423 Mrd. \$
BIP pro Kopf	6.126 \$
Exporte + (2016)	214 Mrd. \$
Exporte HT + (2016)	88 Mrd. \$
Exportquote + (2016)	52,5%
Handelsbilanz + (2016)	4,3%
Handelsbilanz HT* + (2016)	4,2%
Exporte nach D. + (2016)	2,1%
Importe aus D + (2016)	3,5%
Welthandelsanteil + (2016)	1,4%
Welthandelsanteil HT* + (2016)	1,5%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



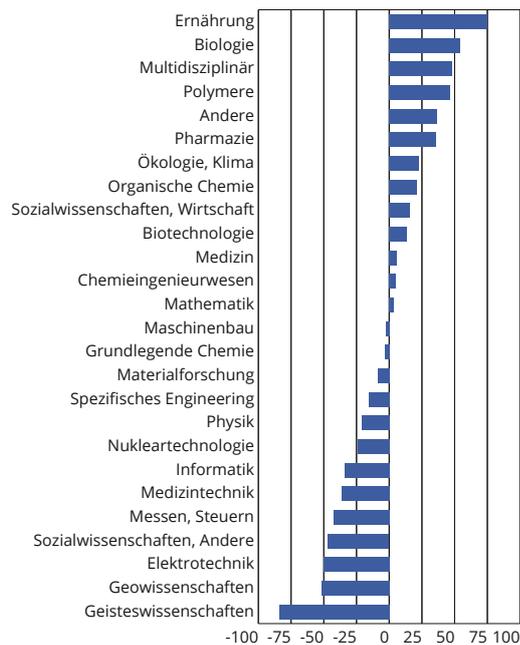
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte (2016)	37,7 Mio.
Arbeitslosenquote (2016)	0,7%
FuE-Intensität (2015)	0,6%
FuE-Ausgaben	
Patente transnational (2015)	207
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	3,0
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,1%
Patente CNIPA (2014)	113
Publikationen Scopus	11.883
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	172,1
Anteil an weltweiten Publikationen	0,5%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	0,9
Exzellenzrate (10%, 2015)	7,6%
WEF Index (2015)	4,72 (32)
Global Innovation Index (0-100)	38,00 (44)

Spezialisierungsindex bei Publikationen

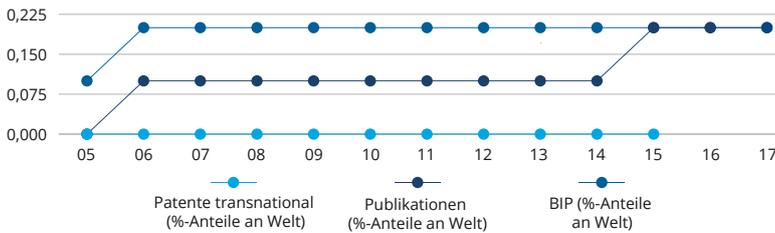


Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2013) ‡	4,12% ▼ # 13
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2013)	0,64% ▼ # 17
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	0,66% ▲ # 13
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2015)	0,003% ▲ # 15
Forschende pro Mio. Einwohner (2015)	865 ▼ # 16
Anteil der Forscherinnen (2015)	56,8% ▲ # 1
FuE-Ausgaben nach Sektor (2011), in % BIP: GovERD   HERD	0,07% ▼   0,12% ▲
Ausländische Studierende im Inland (2016) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	15.727 CN, VN, KR
Inländische Studierende im Ausland (2016) TOP 3 APRA-Zielländer	26.034 US, UK, AU
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	4.097 #15 ◀ US, (JP)   ▶ US, (JP) 
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	177 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019)	734,3 (THE)   317,3 (QS)
<p>Thailand ist derzeit nicht auf Wissenschaft und Innovation ausgerichtet. Es erreicht ein pro-Kopf-Einkommen von gut 6.000 USD, was es zu einem Schwellenland macht. Es ist mit einer Exportquote von 52,5 Prozent, die auf Importen von Vorleistungsprodukten aufbauen, stark mit internationalen Märkten verknüpft. Zuletzt hatte Thailand dabei eine positive Handelsbilanz erreicht, auch bei Hochtechnologie-Gütern.</p> <p>Die FuE-Intensität ist seit 2009 deutlich angestiegen, erreicht aber lediglich ein Niveau von 0,6 Prozent. Es finden sich nur wenige Patente mit Ursprung in Thailand, so dass der Anteil an den weltweiten Patenten lediglich bei 0,1 Prozent liegt.</p> <p>Gegenüber 2007 konnte Thailand seine wissenschaftlichen Publikationen auf gut 11.000 Beiträge in 2017 mehr als verdoppeln. Der weltweite Anteil hier liegt bei 0,5 Prozent, also deutlich höher als bei Patenten. Die zitierbasierten Indikatoren der Sichtbarkeit und der Qualität des wissenschaftlichen Outputs bewegen sich leicht unterhalb des weltweiten Durchschnitts. Thematisch fokussiert Thailand auf die grundlegenden Herausforderungen rund um Landwirtschaft und Ernährung. Es hat Schwerpunkte in Ernährung, Biologie, Ökologie, aber auch Polymere und Pharmazie. Knapp die Hälfte der Zeitschriftenbeiträge Thailands entstehen in der Zusammenarbeit mit internationalen Partnern. Am häufigsten wird dabei mit den USA kooperiert, gefolgt von Japan, Vereinigtes Königreich und China. Deutschlands Anteile liegen deutlich zurück auf einem ähnlichen Niveau wie Südkorea.</p>	
<p>* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013                  + Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.                  ‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.                  § Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.                  Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.</p>	

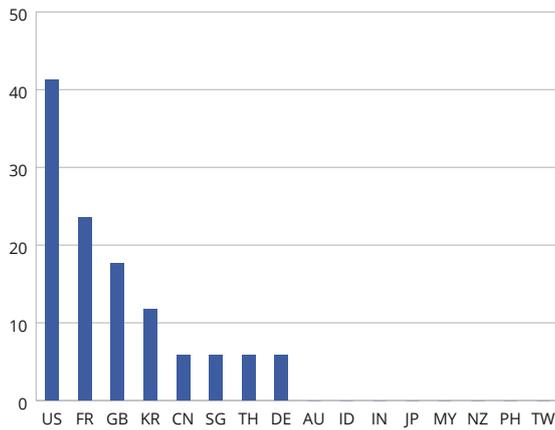
# Vietnam

Land: Vietnam; Bevölkerung: 95,5 Millionen.; Fläche: 331.210 km<sup>2</sup>

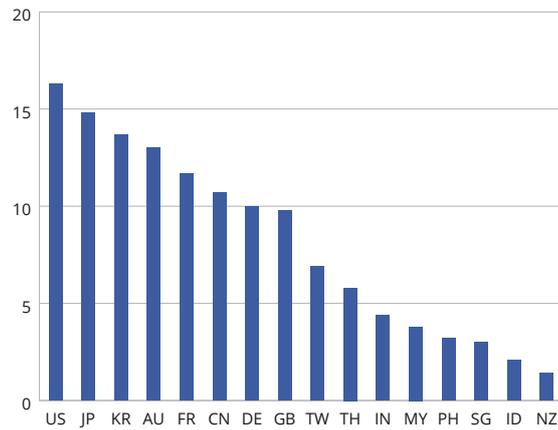


BIP	175 Mrd. \$
BIP pro Kopf	1.835 \$
Exporte + (2016)	177 Mrd. \$
Exporte HT + (2016)	67 Mrd. \$
Exportquote + (2016)	86 %
Handelsbilanz + (2016)	0,8%
Handelsbilanz HT* + (2016)	-1,6%
Exporte nach D. + (2016)	3,4%
Importe aus D + (2016)	2,1%
Welthandelsanteil + (2016)	1,1%
Welthandelsanteil HT* + (2016)	1,1%

Anteile der Partnerländer an den Ko-Patenten, Werte in Prozent



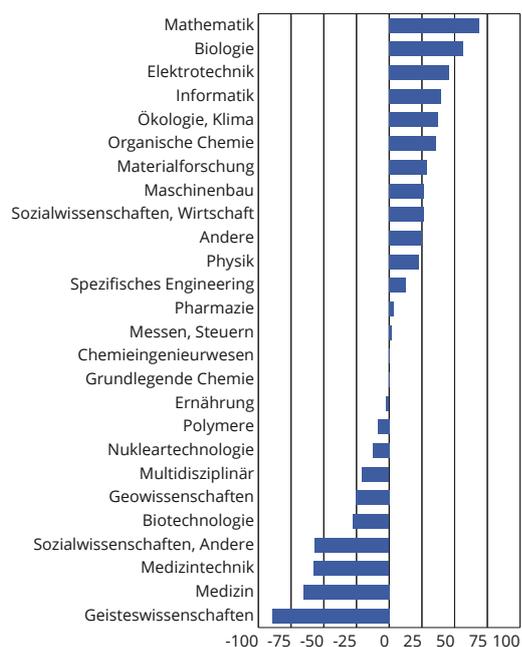
Anteile der Partnerländer an den Ko-Publikationen, Werte in Prozent



Indikatoren des Innovationssystems

Beschäftigte	53,7 Mio.
Arbeitslosenquote	2,0%
FuE-Intensität	-
FuE-Ausgaben	-
Patente transnational (2015)	34
Patente pro 1 Mio. Einwohner (2015)	0,4
Anteil an weltweiten Patenten (2015)	0,0%
Patente CNIPA (2014)	22
Publikationen Scopus	4.831
Publikationen pro 1 Mio. Einwohner	50,6
Anteil an weltweiten Publikationen	0,2%
Durchschn. Zittrate Crown (2015)	1,1
Exzellenzrate (10%, 2015)	9,4%
WEF Index (2015)	4,36 (60)
Global Innovation Index (0-100)	37,94 (45)

Spezialisierungsindex bei Publikationen



Lesehilfe für die Grafik rechts „Spezialisierungsindex bei Publikationen“: Abgebildet sind die Anteile der Felder in den Ländern in Relation zu den Anteilen der Felder in der Welt. Werte größer Null (Spezialisierung) zeigen ein höheres Gewicht des Feldes im Land als in der Welt an. Werte kleiner Null weisen entsprechend auf unterdurchschnittliche Anteile hin. Der Index ist insgesamt größenunabhängig bzgl. des Landes als auch der Felder und somit insgesamt vergleichbar.

Anteil Bildungsausgaben am BIP (2013) ‡	5,65% ▲ # 2
Anteil Bildungsausgaben (nur tertiär) (2013)	0,85% ▲ # 15
Anteil Hochschulabsolventen an Gesamtbevölkerung (2016)	0,57% ▼ # 18
Anteil Promovierte an Gesamtbevölkerung (2016)	0,001% ▼ # 18
Forschende pro Mio. Einwohner (2015)	672 ▼ # 17
Anteil der Forscherinnen (2015)	44,8% ▲ # 4
FuE-Ausgaben nach Sektor, in % BIP: GovERD   HERD	n.v.
Ausländische Studierende im Inland (2015) TOP 3 APRA-Herkunftsländer	131.969 CN, KR, VN
Inländische Studierende im Ausland (2015) TOP 3 APRA-Zielländer	30.159 CN, AU, JP
Wissenschaftlermobilität (2006-2016) § TOP 3 APRA-Herkunftsländer   Zielländer Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	keine signifikante Anzahl von Mobilitäten im Zeitraum
Hochschulpartnerschaften: durchschnittliche Anzahl pro Hochschule (2018) Δ Anteil APRA-Länder   Benchmark-Länder   Andere	76 
Durchschnittlicher Rang TOP 3 Hochschulen (2019) #	- (THE)   751,0 (QS)
<p>Vietnam ist als Entwicklungsland einzustufen. Es erwirtschaftet ein BIP pro Kopf in Höhe von 1.800 USD. Es hat insgesamt einen positive, bei Hochtechnologie-Waren jedoch eine leicht negative Handelsbilanz. Es meldet so gut wie keine Patente an und veröffentlicht 51 Beiträge pro eine Million Einwohner. In absoluten Zahlen entspricht dies gut 4.800 Beiträgen in 2017. Dies führt zu einem Anteil an den weltweiten Veröffentlichungen von 0,2 Prozent. Die wenigen Beiträge in internationalen Zeitschriften erreichen eine Sichtbarkeit und eine Qualität, die immerhin in der Nähe des Weltmittels liegen. Dreiviertel dieser Beiträge entsteht allerdings in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern, meist aus den USA, Japan, Südkorea und Australien. Mathematik, Elektrotechnik und Informatik gehören dabei zu den Schwerpunkten im vietnamesischen Wissenschaftssystem.</p>	

\* HT = Hochtechnologie, definiert entsprechend Gehrke et al. 2013  
+ Quelle: UN-COMTRADE; Berechnungen des Fraunhofer ISI.  
‡ Tendenzen (▲ - steigend bzw. ▼ - fallend) basieren auf dem Vergleich zum jeweiligen Vorjahr.  
§ Die Anzahl der Wissenschaftlermobilitäten bezieht sich auf die Summe von Inbound- und Outbound-Mobilitäten.  
Δ Daten basieren auf einer Abfrage von 15 ausgewählten Hochschulen im Land.  
# Das THE-Ranking führt keine, das QS-Ranking zwei Hochschule.

# Impressum

## Herausgeber

---



Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
DLR Projektträger  
Internationales Büro  
Heinrich-Konen-Str. 1  
53227 Bonn

BEAUFTRAGT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

## Beteiligte Institute:



**DAAD** Deutscher Akademischer Austauschdienst  
German Academic Exchange Service



## Autoren:

- ▶ Fraunhofer ISI:  
Dr. Rainer Frietsch  
Dr. Peter Neuhäusler
- ▶ DAAD:  
Axel Karpenstein
- ▶ GIGA:  
Dr. Marcus Conlé  
Dr. Yun Schüler-Zhou  
Dr. Margot Schüller  
Dr. Iris Wiczorek

## Bildnachweis:

- ▶ Cover:  
© moofushi / stock.adobe.com

## Erscheinungsweise online unter:



ISBN-Nummer:  
978-3-942814-40-9 (Print)  
978-3-942814-41-6 (Online)





**Kooperation  
international**

BEAUFTRAGT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



DLR Projektträger



**Fraunhofer**  
ISI

**DAAD**

Deutscher Akademischer Austauschdienst  
German Academic Exchange Service

Herausgeber:

DLR Projektträger, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA), Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)

Dieser Bericht wurde im Auftrag des BMBF erstellt. Die Aufgabenstellung wurde vom BMBF vorgegeben. Das BMBF hat das Ergebnis dieses Berichts nicht beeinflusst; der Auftragnehmer trägt allein die Verantwortung.

Die als Grundlage für diese Publikation gesammelten und aufbereiteten Daten können Dritten (in Form von Excel-Tabellen) auf begründete Nachfrage und zur wissenschaftlichen Nutzung zur Verfügung gestellt werden. Wenn Sie Interesse an den Datensätzen haben, wenden Sie sich bitte unter folgender Email-Adresse an den DLR-Projektträger: [apra-pm@dlr.de](mailto:apra-pm@dlr.de).

APRA-Performance Monitoring mit Schwerpunkt China

1. Bericht (2018)

ISBN-Nummer:

978-3-942814-40-9 (Print)

978-3-942814-41-6 (Online)