



Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA)

**Chinas Wissenschafts- und Technologiepolitik:
Förderung von Hochtechnologie und technologischer
Unabhängigkeit**



Der Asiatisch-Pazifische Forschungsraum umfasst etwa die Hälfte der Weltbevölkerung und entwickelt sich seit über 15 Jahren mit großer Dynamik: In vielen Ländern steigen die Investitionen in Forschung, Entwicklung und Innovation, die Zahl der Studierenden und Wissenschaftler wächst ebenso wie der Aufbau von Forschungsinfrastrukturen und Publikationen oder Patentanmeldungen. Zahlreiche andere Indikatoren bestätigen die zunehmende Bedeutung der Region. Die Vernetzung der Länder der Region führte zur Entwicklung einer dritten Weltregion der Wissensproduktion neben Nordamerika und Europa. Angelehnt an den Begriff „European Research Area“ (ERA), nutzt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) seit zehn Jahren den Begriff des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (Asia Pacific Research Area (APRA)). Im Gegensatz zur Europäischen Union, die den ERA bildet, ist der APRA jedoch nicht fest umrissen. Er umfasst Länder Süd-, Südost- und Ostasiens sowie Länder im Pazifik.

Im Rahmen des vom BMBF beauftragten APRA-Performance Monitorings erstellen das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI, das Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA) und der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) seit 2018 regelmäßig Berichte. Übergeordnetes Ziel des APRA-Performance Monitorings ist, der deutschen Wissenschaftslandschaft, dem BMBF und weiteren interessierten Akteuren die notwendige Evidenzbasis zur strategischen Weiterentwicklung der Zusammenarbeit mit den Ländern des asiatisch-pazifischen Raums zu liefern.

Der vorliegende Bericht wurde im Auftrag des BMBF erstellt. Der DLR-Projektträger unterstützt als Herausgeber der Berichtsserie das BMBF. Es wird darauf hingewiesen, dass die in dem APRA-Performance Monitoring dargelegten Positionen nicht notwendigerweise die Meinung des BMBF und des DLR-PT wiedergeben. Die getätigten Aussagen sind solche des Auftragnehmers und liegen in dessen ausschließlicher Verantwortung.

Chinas Wissenschafts- und Technologiepolitik: Förderung von Hochtechnologie und technologischer Unabhängigkeit

Henning Kroll, Margot Schüller, Marcus Conlé,
Christian Schäfer, Naomi Knüttgen

unter wesentlicher Mitarbeit von: Oliver Rothengatter

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
<hr/>	
Kapitel 1: Chinas aktuelle Stärken und Schwächen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie	9
<hr/>	
Investitionen ins Wissenschafts- und Technologiesystem	10
Wissenschaftlicher Output – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich	12
Visibilität des wissenschaftlichen Outputs Chinas im Vergleich.....	14
Technologischer Output – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich	16
Wettbewerbsfähigkeit und Importabhängigkeiten – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich	18
Kapitel 2: Chinas zentrale Leitlinien zur Förderung von Wissenschaft und Technologie	19
<hr/>	
Aktuelle wissenschafts- und technologiepolitische Grundsätze.....	19
Wissenschafts- und Technologiepolitik im 14. Fünfjahresplan	19
Kontinuitäten und neue Zielvorgaben.....	19
Grundlagenforschung: Finanzierung und institutionelle Restrukturierung	20
Chinas Laborsystem:Neue Ziele und Maßnahmen	21
Regionale Wissenschaftsplattformen.....	22
Hochtechnologiebereiche im politischen Fokus	23
Chinas Haltung zur Wissenschaftsfreiheit	24
Chinas Haltung zu Open Science und Open Source.....	27
Rahmenbedingungen und Hintergründe von Open Science in China	28

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 3: Chinas wissenschaftlich-technologische Kooperation mit dem Ausland	31
China als Kooperationspartner in der Wissenschaft	31
China als Kooperationspartner im Bereich Technologie	31
China als Kooperationspartner im Bereich Wirtschaft.....	33
Kapitel 4: Politische Strategien zur Kooperation mit dem Ausland	36
Allgemeine Vorgaben des 14. Fünfjahresplans.....	36
Strategien zur Schließung von Wissens- und Technologielücken durch strategische Kooperation	37
Kapitel 5: Chinas akademische Kooperation mit dem Ausland	39
China als Zieldestination ausländischer Wissenschaftler:innen	39
Rückkehrtendenzen chinesischer Wissenschaftler:innen	41
Arbeitssituation deutscher/europäischer Forschender in China	42
Zusammenfassung und Schlussfolgerungen	46
Impressum	48

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1:	Chinas Ausgaben für FuE	11
Abbildung 2:	Absolute Ausgaben für Grundlagenforschung 2019	11
Abbildung 3:	Weltanteil Chinas am Publikationsaufkommen in zentralen Hochtechnologiebereichen.....	13
Abbildung 4:	Anteil der Publikationen in den Top-10% meistzitierten Veröffentlichungen	15
Abbildung 5:	Verhältnis Feldkorrigierte Zittrate in China zu Deutschland und den USA	15
Abbildung 6:	Weltanteil Chinas am Patentaufkommen in zentralen Hochtechnologiebereichen.....	17
Abbildung 7:	Relative Handelsbilanz Chinas in Hochtechnologiebereichen	18
Abbildung 8:	Veränderung des AFI in China im Verlauf der Jahre 2000–20.....	26
Abbildung 9:	Anteil der Open-Access-Publikationen an allen Publikationen eines Landes in den Jahren 2010 und 2020	30
Abbildung 10:	Anteil zentraler Wissenschaftsnationen an Chinas Ko-Publikationen 2010–20	32
Abbildung 11:	Anteil Deutschlands an Chinas Ko-Publikationen	32
Abbildung 12:	Anteil zentraler Technologienationen an Chinas Ko-Patenten 2010–19	34
Abbildung 13:	Anteil Deutschlands an Chinas Ko-Patenten	34
Abbildung 14:	Mobilitätsbilanzen wissenschaftlicher Autor:innen, 2017–19.....	40
Abbildung 15:	Deutsche Gastwissenschaftler:innen mit geförderten Lehr- und Forschungsaufenthalten in China nach Fächergruppe	40
Tabelle 1:	Schwerpunktbereiche der Forschung im 14. Fünfjahresplan	25

Einleitung

Wissenschaft, Forschung und Innovation im asiatisch-pazifischen Raum entwickelten sich in den letzten Jahren äußerst dynamisch. Daraus ergeben sich für Deutschland sowohl wissenschaftlich als auch wirtschaftlich wesentliche Chancen und Herausforderungen.

In vielen Fällen besteht eine intensive Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie, die ihren Ursprung jedoch häufig unter wesentlich anderen Rahmenbedingungen nahm, als heute gegeben. Um die sich rasch verändernde Ausgangslage im asiatisch-pazifischen Forschungsraum (Asia Pacific Research Area APRA) erfassen und angemessen bewerten zu können, ist ein kontinuierliches, evidenzbasiertes Monitoring notwendig, zu dem dieser Bericht beiträgt.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) beobachtet die strukturellen Veränderungen in Wissenschaft, Forschung und Innovation in den Ländern¹ der Region bereits seit vielen Jahren. Ziel dieser Aktivitäten ist es, relevante Trends und Entwicklungen bei politischen Entscheidungen zeitnah zu erfassen und bei der Gestaltung der deutschen Wissenschafts-, Forschungs- und Innovationspolitik adäquat berücksichtigen zu können. In diese Aktivitäten ordnet sich auch das „Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums“ ein, in dessen erster Phase bereits drei ausführliche, evidenzbasierte Berichte veröffentlicht wurden. Der vorliegende Bericht befasst sich vertiefend mit dem Thema Hochtechnologien in China.

Dieser Bericht analysiert Chinas Schwerpunkte in der politischen Förderung von Hochtechnologien im Rahmen des aktuellen 14. Fünfjahresplans sowie die aktuelle, tatsächliche Positionierung des Landes in ausgewählten technologischen Schwerpunktfeldern.

Der erste Berichtsteil befasst sich mit der empirischen Einordnung real gegebener Stärken, Schwächen und Potenziale auf Grundlage zentraler wissenschaftlicher, technologischer und wirtschaftlicher Indikatoren. Daran schließt eine übergreifende Darstellung der wissenschafts- und technologiepolitischen Grundsätze chinesischer Politik an, inklusive thematischer Schwerpunktsetzungen sowie grundsätzlicher Fragen wie der Rolle der Grundlagenforschung sowie der Haltung Chinas zu Open Science and Open Source.

Der zweite Berichtsteil legt einen besonderen Schwerpunkt auf Chinas Kooperation mit dem Ausland sowie wechselseitige Abhängigkeiten im wirtschaftlichen Bereich. In Folge fokussiert er auf politische Strategien zur wissenschaftlich-technologischen Kooperation mit dem Ausland, unter besonderer Berücksichtigung des akademischen Austauschs in verschiedenen Disziplinen sowie auf unterschiedlichen Erfahrungsebenen.

¹ Die Bezeichnung „Länder“ umfasst in diesem Zusammenhang Staaten, Provinzen und Territorien. Sie spiegelt nicht die Position der Bundesregierung hinsichtlich des Status eines Landes oder einer Region wider.

Kapitel

Kapitel 1: Chinas aktuelle Stärken und Schwächen in den Bereichen Wissenschaft und Technologie

In den folgenden Abschnitten wird einleitend ein evidenzbasierter Einblick in den aktuellen Stand der wissenschaftlich-technologischen Leistungsfähigkeit Chinas in ausgewählten, zentralen Hochtechnologiebereichen gegeben.

Inhaltlich werden dabei, angelehnt an die in Studien für die Europäische Kommission² sowie die Expertenkommission Forschung und Innovation entwickelte Systematik, vier zentrale Technologiebereiche betrachtet, denen die wissenschaftliche Literatur zentrale Beiträge zur wirtschaftlich-gesellschaftlichen Entwicklung zuschreibt. Hierbei handelt es sich um folgende Bereiche:

1. Digitale Technologien, mit den Teilfeldern
 - Mikro- und Nanoelektronik*,
 - Künstliche Intelligenz,
 - Big Data,
 - Digitale Sicherheitstechnologien,
 - Digitale Mobilitätstechnologien,
 - Internet of Things.
2. Produktionstechnologien, mit den Teilfeldern
 - Advanced Manufacturing*,
 - Photonik*,
 - Robotik.
3. Materialtechnologien, mit den Teilfeldern
 - Neue Materialien*,
 - Nanotechnologien*,
4. Bio- und Lebenswissenschaften, mit den Teilfeldern
 - Life Sciences (inkl. medizinischer Aspekte),
 - Technologien für die Bioökonomie,
 - Biotechnologie i.e.S.*

Bei den mit Sternchen (*) versehenen Feldern handelt es sich um die in der politischen Diskussion seit ca. 2010 fest etablierten *Key Enabling Technologies*³; bei den anderen um Technologiefelder aus dem Digitalbereich, die seit ca. 2017 als Referenz für die kontinuierliche Berichterstattung der Europäischen Kommission (Advanced Technologies for Industry) verwendet werden. Hinzu kommt aufgrund seiner besonderen Relevanz für Deutschland der Bereich Bioökonomie.

Methodik

Wie in den vorherigen Berichten des APRA-Monitorings wird auf drei Ebenen anhand gängiger *Leitindikatoren* über wissenschaftlich-technologische Entwicklungen berichtet.

Erstens wird auf Grundlage der aktuellen *finanziellen und personellen Aufwendungen* die Entwicklung der *Investitionen in Wissenschaft und Forschung* analysiert.

Zweitens werden auf Basis des aktuellen Aufkommens an *akademischen Publikationen* die Resultate *wissenschaftlicher Aktivitäten* analysiert.

Drittens werden auf Basis des aktuellen Aufkommens an *Patentanmeldungen* die Resultate *technologischer Aktivitäten* dokumentiert.

Bekanntermaßen erfasst keiner dieser Leitindikatoren alle Aspekte seines jeweiligen Analysegegenstands vollumfänglich. Dennoch sind alle drei in der wissenschaftlichen Literatur akzeptiert, etabliert und gewährleisten eine breite Vergleichbarkeit der hier präsentierten Ergebnisse.

² Advanced Technologies for Industry – <https://ati.ec.europa.eu/> (Abruf: Oktober 2022).

³ Online: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/11283/attachments/7/translations/en/renditions/native> (Abruf: Oktober 2022).

Investitionen ins Wissenschafts- und Technologiesystem

Da sich dieser Bericht vorrangig mit der wissenschaftlich-technologischen Leistungsfähigkeit Chinas beschäftigt, kommt einer inputseitigen Betrachtung nur eine untergeordnete Rolle zu. Diese ergibt sich nicht zuletzt deswegen, da sich gerade in China – wo viele Mittel als Blockzuweisungen an Organisationen im Ganzen vergeben werden – in aller Regel nur sehr bedingt feststellen lässt, in welchem Umfang verausgabte Mittel tatsächlich bestimmten thematischen Zielsetzungen zugutekommen. Dennoch soll im Folgenden eine kurze Übersicht über die im letzten Jahrzehnt signifikante Steigerung der chinesischen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) sowie die vergleichbar erhebliche personelle Aufstockung des Forschungs- und Entwicklungssektors gegeben werden, um vor diesem Hintergrund die in den nachfolgenden Abschnitten darzustellende Entwicklung wissenschaftlich-technologischer Outputs sowie wirtschaftlicher Kompetenzen (Exportserfolge) besser zu- und einordnen zu können.

Von 2009 bis 2020 hat China seine Ausgaben für Forschung und Entwicklung, die mit damals ca. 184 Mrd. USD bereits 2009 das aktuelle Niveau Deutschlands überstiegen, um noch einmal ca. Faktor 4,2 erhöht, im Bereich der Grundlagenforschung sogar um ca. Faktor 5,5 (Abbildung 1). Die chinesischen Ausgaben wurden dabei in allen Sektoren gleichermaßen erhöht, im Bereich der öffentlichen Forschung ist insbesondere nach 2015/2016 noch einmal eine weitere Dynamisierung zu beobachten⁴. Absolut erreichen Chinas nach OECD-Standard gemeldete Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung (GERD) bereits jetzt das Niveau der USA von 2015, d.h. ca. 500 Mrd. USD. Auch die USA haben in den letzten Jahren ihre Ausgaben dynamisch auf nun über 600 Mrd. USD gesteigert, während die Ausgaben Japans und auch vieler europäischer Länder auf dem Niveau der frühen 2010er Jahre stagnieren. Deutschland und Korea konnten ihre Ausgaben zwar relativ betrachtet in ähnlichem oder sogar noch stärkerem Maße steigern wie die USA, erreichen aber absolut

betrachtet naturgemäß keine vergleichbaren Größenordnungen. Mit einem FuE-Anteil am BIP von 2,23% (2019) erreicht China einen höheren Wert als Frankreich (2,20%) oder die Niederlande (2,18%) und ist im Begriff, zum OECD-Mittelwert (2,48%) aufzuschließen. China liegt damit allerdings nach wie vor klar hinter den USA (3,07%) oder auch Deutschland (3,19%)^{5,6}.

Der Anteil der Grundlagenforschung an allen FuE-Ausgaben Chinas lag 2019 bei ungefähr 6% (vgl. auch Abbildung 11) und damit deutlich unter dem in etablierten Wissenschaftsnationen üblichen Mittelwert von ca. 20%⁷. Einer kürzlich veröffentlichten chinesischen Studie zufolge waren im Jahr 2018 die Regierung für 42,8% und die (staatlichen) Universitäten für 54,1% der Ausgaben für Grundlagenforschung verantwortlich, während Unternehmen lediglich auf einen Anteil von 3,07% kamen.⁸

Faktisch bedeutsamer ist die Tatsache, dass China mit Blick auf seine absoluten Ausgaben für Grundlagenforschung bereits aktuell eine weltweit führende Position erreicht. Lediglich die USA investieren insgesamt noch deutlich mehr in entsprechende Aktivitäten (Abbildung 2). Trotz dieser bereits hohen FuE-Ausgaben für Grundlagenforschung plant China zudem, diese weiter zu erhöhen. Laut dem 14. Fünfjahresplan sollen ihr Anteil in den nächsten fünf Jahren von 6% an den FuE-Gesamtausgaben im Jahr 2020 auf 8% im Jahr 2025 steigen (vgl. Kapitel 2.2: Wissenschafts- und Technologiepolitik im 14. Fünfjahresplan). Sollten diese Pläne realisiert werden, investierte China 2025 mehr als doppelt so viel in Grundlagenforschung wie Japan und – basierend auf abgesicherten Schätzungen – wohl auch Deutschland⁹.

Ein ausgeprägter Schwerpunkt der überwiegend durch experimentelle Entwicklung geprägten industriellen FuE-Ausgaben liegt konstant im Bereich Computer, Elektronik und optische Geräte; es folgen Maschinenbau, Elektrotechnik, Metallverarbeitung, Automotive

⁴ CEIC Data, National Bureau of Statistics of China (NBS).

⁵ OECD Main Science and Technology Indicators, 2021.

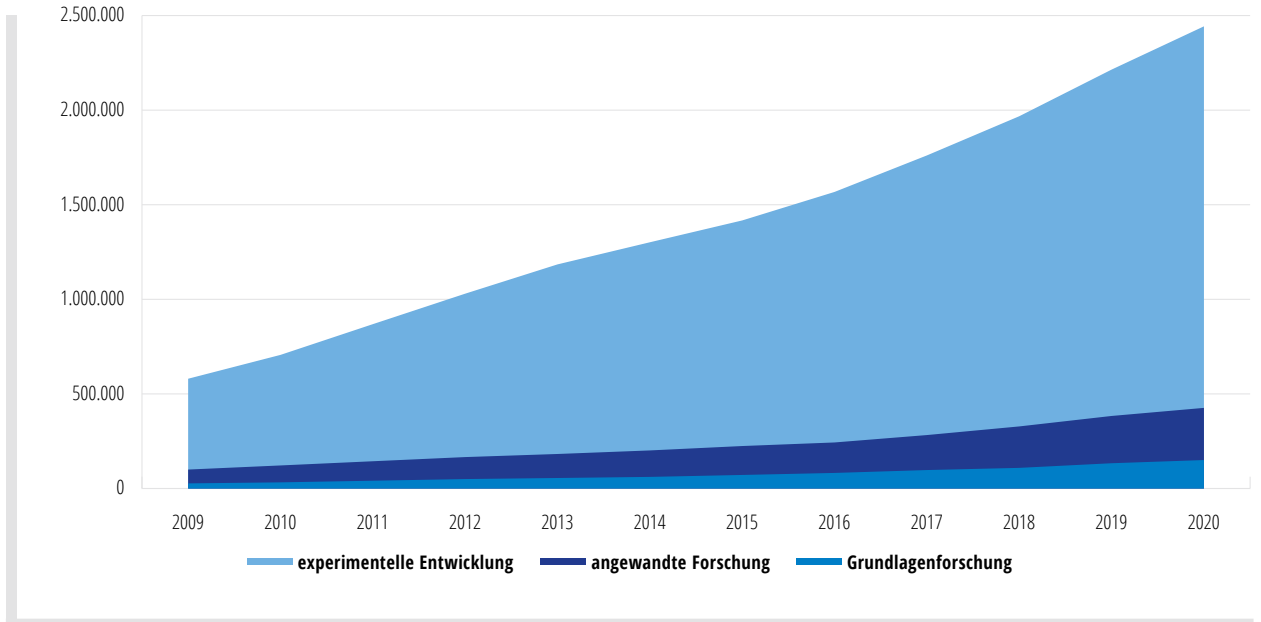
⁶ Im 2021 China Statistical Yearbook berichtet das National Bureau of Statistics für 2020 bereits einen Wert von 2,4%.

⁷ Deutschland meldet keine entsprechenden Zahlen an die OECD.

⁸ Chen, X. and Wang, X. (2021) Zustand, Herausforderungen und Lösungsansätze im Hinblick auf Chinas staatliche Ausgaben für Grundlagenforschung (auf Chinesisch), *Lokale Finanzforschung* (difang caizheng yanjiu), 5, 31–42.

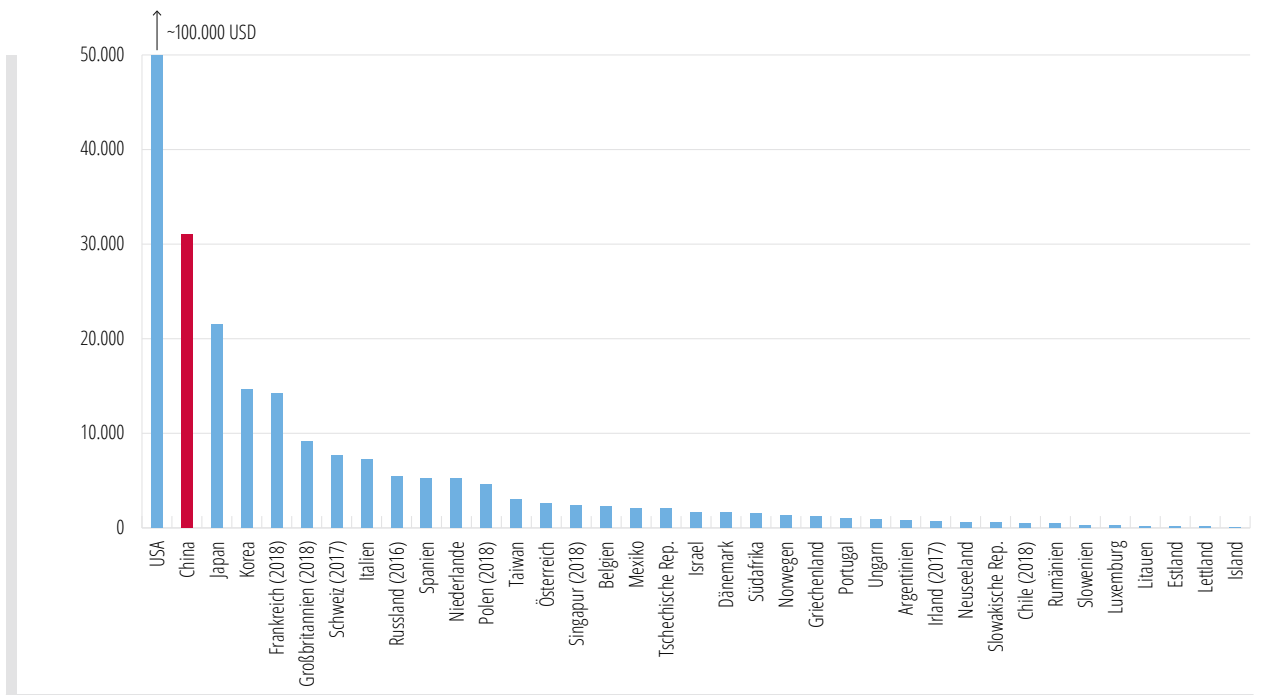
⁹ Für Teile der FuE-Ausgaben liegt eine Differenzierung vor, sodass sich die Größenordnung abschätzen lässt.

ABBILDUNG 1: Chinas Ausgaben für FuE (nach Zweck, Mrd. RMB)



QUELLE: CEIC Data, based on National Bureau of Statistics of China (NBS)

ABBILDUNG 2: Absolute Ausgaben für Grundlagenforschung 2019 (in Millionen USD-konstante Preise und KKPs)



ANMERKUNG: Deutschland meldet keine entsprechenden Zahlen, da die Hochschulstatistik nicht nach Ausgabentypen differenziert, Schätzungen ergeben Werte vergleichbar denen Japans

QUELLE: OECD, eigene Berechnung des Verhältnisses

und Chemie. Auch unter den in der chinesischen Statistik gesondert ausgewiesenen *High-Technology Industries* spielt der Bereich *Electronic & Telecommunication Equipment* stets die führende Rolle¹⁰. Wie schnell sich in der Breite des verarbeitenden Gewerbes eine stärkere Verankerung von Grundlagenfor-

schungsaktivitäten erreichen lässt, lässt sich zurzeit schwer beurteilen. Aus internationaler Perspektive gilt aber auch hier, dass bereits wenige, in diesem Bereich erfolgreich tätige, chinesische Großkonzerne maßgebliche Veränderungen auf dem Weltmarkt herbeiführen können.

Wissenschaftlicher Output – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich

Da sich das Publikationsaufkommen in verschiedenen Themenbereichen schon aufgrund deren unterschiedlicher Abgrenzung und Breite stark unterscheidet, bietet der themenübergreifende Vergleich absoluter Zahlen keine sinnvolle Grundlage zur Einordnung chinesischer Kompetenzschwerpunkte in verschiedenen Bereichen. Besser lassen sich zur Bewertung themenspezifischer Kompetenzen relevante Erkenntnisse aus den folgenden zwei Perspektiven ableiten:

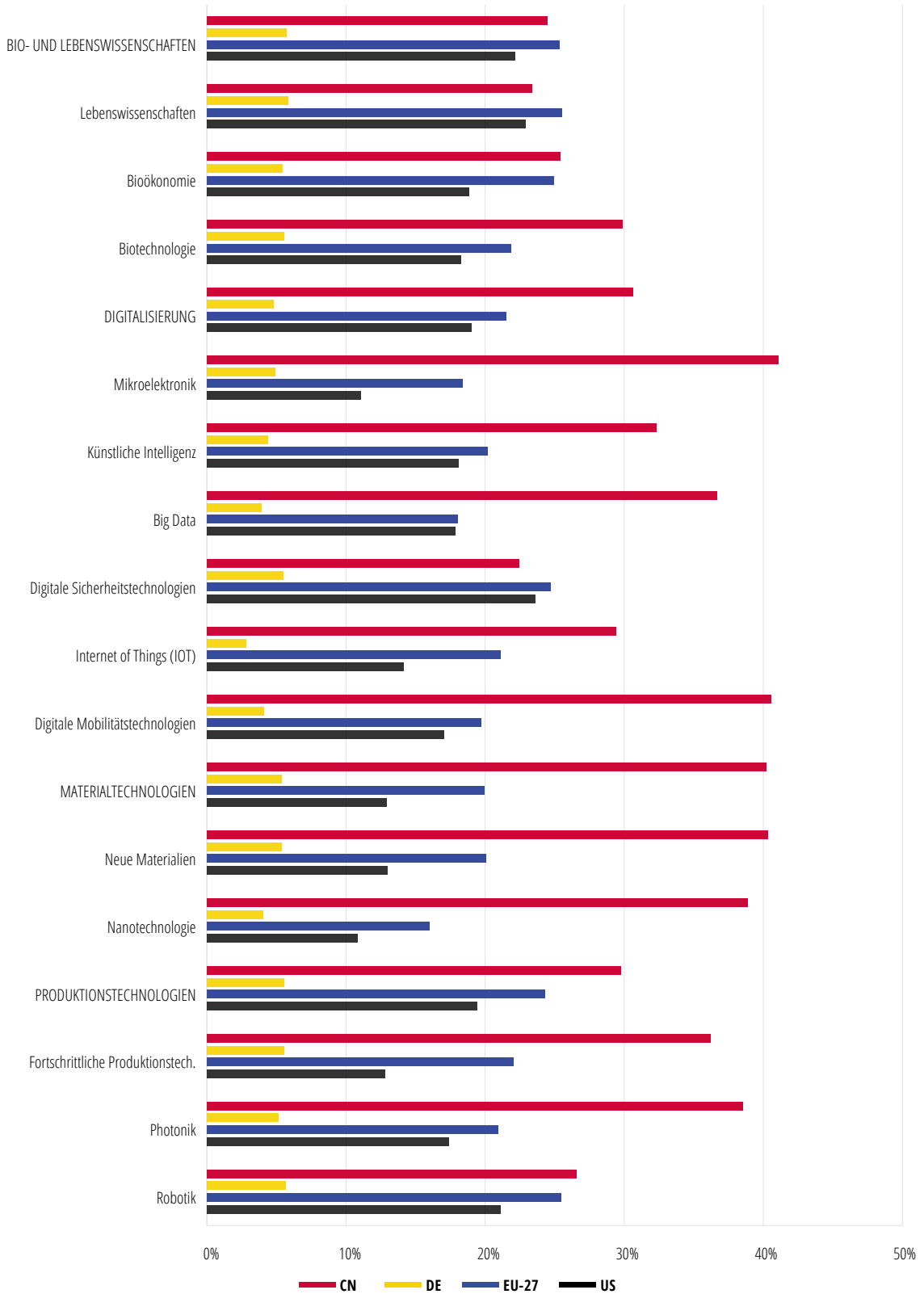
1. Im Hinblick auf den fachspezifischen Anteil Chinas am globalen Publikationsaufkommen (Abbildung 3) ist festzustellen, dass dieser in den Bio- und Lebenswissenschaften um 25%, im Bereich Digitalisierung und Produktionstechnologien um 30% und in den Materialwissenschaften über 40% erreicht. Mit Ausnahme der Bio- und Lebenswissenschaften ist China damit in allen hier analysierten Technologiebereichen das Land mit den höchsten Publikationsaufkommen. Mit Blick auf einzelne Technologiebereiche finden sich besondere Schwerpunkte im Bereich der Biotechnologie (30% statt 25% im Gruppenmittel) sowie in den Bereichen Mikroelektronik, Digitale Mobilitätstechnologien und Big Data (40%/40%/35% im Vergleich

zu 30% im Gruppenmittel) und in den Bereichen Photonik und Fortschrittliche Produktionstechnologien (35–40% im Vergleich zu 30% im Gruppenmittel).

2. Im Hinblick auf die Entwicklungsdynamik seit 2010 finden sich die größten Anstiege der Anzahl wissenschaftlicher Publikationen Chinas in den Bereichen Digitale Mobilitätstechnologien und Big Data (Faktor 8,0–9,5, 2010–20) sowie, mit etwas Abstand, in den Bereichen Digitale Sicherheitstechnologien, Robotik und Künstliche Intelligenz (Faktor 4,5–5,5, 2010–20). Somit entwickelten sich die wissenschaftlichen Aktivitäten in verschiedenen Bereichen der Digitalen Technologien (u. a. Künstliche Intelligenz) weit mehr als doppelt so dynamisch wie das chinesische Publikationsgeschehen insgesamt. Auch der wissenschaftliche Output im Bereich der Produktionstechnologien wuchs ungefähr doppelt so schnell wie der Umfang aller chinesischen Publikationen. Insbesondere in den vergangenen drei bis vier Jahren setzten sich diese Bereiche deutlich von der Entwicklungsdynamik des Publikationsgeschehens insgesamt ab, nachdem bis ungefähr 2015 eine eher kongruente Entwicklung zu beobachten war.

¹⁰ CEIC Data, National Bureau of Statistics of China (NBS).

ABBILDUNG 3: Weltanteil Chinas am Publikationsaufkommen in zentralen Hochtechnologiebereichen (Basis: Summen 2018–20)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

Visibilität des wissenschaftlichen Outputs Chinas im Vergleich

Hinsichtlich der viel diskutierten Frage, ob es sich bei der oben beschriebenen Steigerung des chinesischen Publikationsaufkommens um ein vor allem quantitatives Phänomen handelt, oder dieses doch einen erheblichen Anstieg wissenschaftlicher Kapazitäten spiegelt, lassen sich schwer eindeutige Aussagen treffen. Eine vielschichtige Diskussion in der Fachöffentlichkeit dauert an¹¹ und es ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich, zu einer abschließenden Einschätzung zu kommen. Zielsetzung und Beitrag dieses Kapitels ist es, evidenzbasiert deutlich zu machen, welche grundlegenden Trends und Entwicklungen sich in den letzten zehn Jahren abzeichneten.

Im Verlaufe des letzten Jahrzehnts deuten verschiedene gängige Indikatoren darauf hin, dass sich die wissenschaftliche Sichtbarkeit chinesischer Publikationen maßgeblich erhöht hat. Dies ist nicht zuletzt Ergebnis einer Politik der staatlichen Anreizsetzung nicht nur für Publikationen an sich, sondern auch für jene in hochrangigen internationalen Fachzeitschriften¹².

So hat sich der Anteil chinesischer Publikationen in den Top-10% aller Veröffentlichungen weltweit, der noch vor zehn Jahren um ca. Faktor zwei unter dem der USA oder Deutschland lag, deutlich erhöht und unterscheidet sich aktuell kaum noch signifikant von dem dieser Länder (Abbildung 4). Weiterführende bibliometrische Analysen bestätigen, dass auch darüber hinaus viele von ihnen in hochqualitativen Journals vertreten sind¹³. Schließlich dokumentieren Analysen der tatsächlichen Zitationen chinesischer Publikationen, dass auch ihre individuelle Sichtbarkeit tatsächlich stark zugenommen hat (Abbildung 5). Sie entsprechen somit durchaus dem Standard der hochqualitativen wissenschaftlichen Journals, in denen sie erscheinen.

Mit Blick auf diese scheinbar sehr beachtlichen Fortschritte ist jedoch zu berücksichtigen, dass das chinesische Forschungssystem in hohem Maße selbstreferenziell bleibt, d.h. chinesische Veröffentlichungen werden, selbst wenn sie international erscheinen, noch immer vor allem von einem chinesischen Fachpublikum rezipiert. Die im vorlaufenden Abschnitt dargestellte hohe Sichtbarkeit chinesischer Publikationen ergibt sich also in hohem Maße durch Zitationen anderer Forschender innerhalb Chinas. Dies ist zwar in einem Land mit einem Wissenschaftssystem der Größe Chinas zu erwarten und dem Grundsatz nach z. B. auch für die USA zu beobachten, das in China zu beobachtende Ausmaß ist jedoch auch im Ländervergleich außergewöhnlich hoch.

Vergleicht man deutsche und chinesische Publikationen also nur mit Blick auf die Zitationen durch internationale Wissenschaftler:innen, kommen die Analysen zu anderen Ergebnissen als bei Berücksichtigung aller Zitate, inkl. der nationalen. Wie aus Abbildung 5 hervorgeht, erreichen chinesische Publikationen international noch immer weniger als 50% der Sichtbarkeit deutscher Veröffentlichungen.

Darüber hinaus zeigen ergänzende Analysen, dass der Impact Faktor in China erscheinender Zeitschriften¹⁴, d.h. ihre auf Basis von Zitationen ermittelte Sichtbarkeit, im Mittel nach wie vor deutlich hinter dem ihrer westlichen Pendanten zurückbleibt. Chinesische Bestrebungen, global relevante Zeitschriften mit chinesischem Verlagsort aufzubauen, sind somit bislang offenbar noch nicht in der Breite erfolgreich. Chinesische Wissenschaftler:innen, die internationale Sichtbarkeit erlangen wollen, müssen damit grundsätzlich nach wie vor über die Grenzen ihres nationalen Wissenschaftssystems hinaus denken, da es

11 So wurde kürzlich in Nature einerseits darauf hingewiesen, dass Chinas ursprüngliche Inzentivierungsstrategien teils weniger hochwertige Publikationen begünstigt hätten, diese Systeme daher aber andererseits bereits reformiert seien bzw. aktuell umgestellt würden. Nature (2020): China's research-evaluation revamp should not mean fewer international collaborations, Nature 579, 8. <https://www.nature.com/articles/d41586-020-00625-0> (Abruf: Oktober 2022).

12 vgl. u. a. MPIWG (2020) The End of Publish or Perish? China's New Policy on Research Evaluation <https://www.mpiwg-berlin.mpg.de/de/observations/1/end-publish-or-perish-chinas-new-policy-research-evaluation> (Abruf: Oktober 2022).

13 Dies lässt sich auf Basis des mittleren Impact-Faktors belegen, d.h. der mittleren Qualität aller Journals in denen Publikationen erscheinen. Chinesische Wissenschaftler:innen fordern auch daher in Nature, bei Evaluationen künftig eine breite Grundlage an hochqualitativen Journals zu berücksichtigen. Zhong, B., Liu, X. Zhan, Z. (2022) China: reform research-evaluation criteria, Nature 602, 386. <https://www.nature.com/articles/d41586-022-00408-9> (Abruf: Oktober 2022).

14 Eine „internationale Zeitschrift“ steht definitorisch einem internationalen Publikum offen und wird auch de facto von Beitragenden unterschiedlicher nationaler Herkunft genutzt. Der Verlagsort ist dabei nicht maßgeblich.

ABBILDUNG 4: Anteil der Publikationen in den Top-10% meistzitierten Veröffentlichungen¹⁵ (Exzellenzrate)

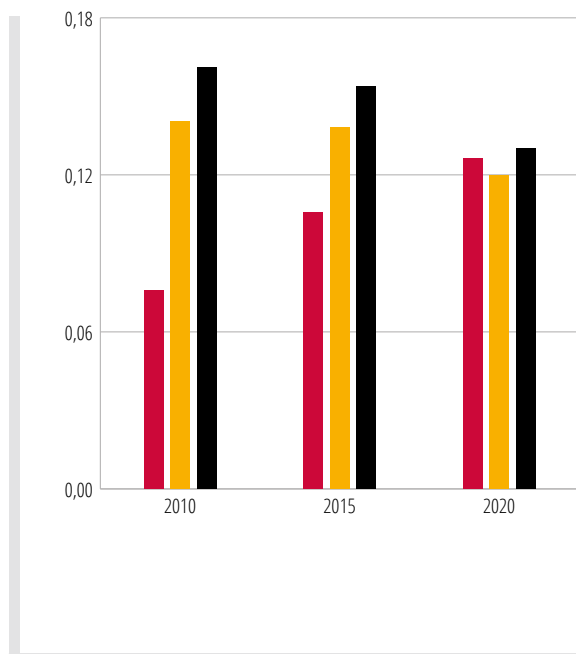
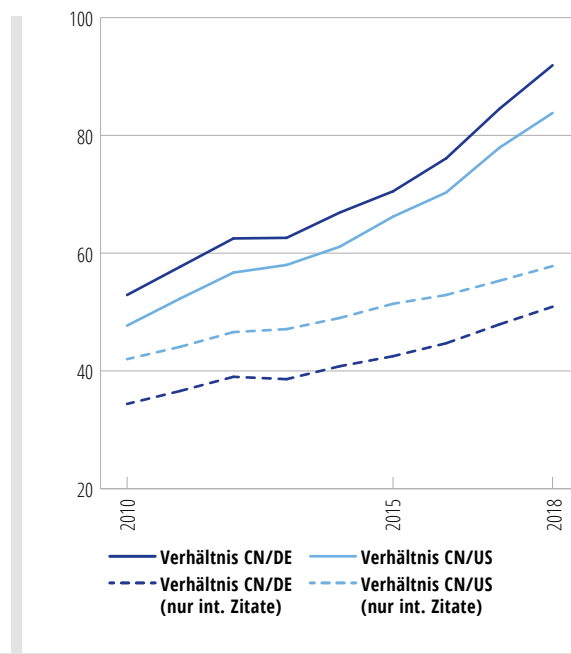


ABBILDUNG 5: Verhältnis Feldkorrigierte Zittrate¹⁶ in China zu Deutschland und den USA



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

noch nicht über eine der westlicher Wissenschaftsnationen vergleichbare Architektur an hochqualitativen und etablierten Diskussionsforen (d. h. wissenschaftlichen Journals) verfügt. Dies unterstreicht den o.g. Eindruck einer zunehmenden Selbstreferenzialität des chinesischen Forschungssystems. Einerseits werden chinesische Veröffentlichungen, ungeachtet ihres Erscheinungsorts, überdurchschnittlich im eigenen Wissenschaftssystem wahrgenommen, andererseits gelingt es China nur eingeschränkt, im eigenen Land Publikationsplattformen zu etablieren, die international führenden Autor:innen so relevant erschienen, dass sie dort vermehrt publizieren und infolge häufig zitiert werden.

Ungeachtet der hier nicht abschließend zu beantwortenden Frage nach der fachlichen Qualität chinesischer Forschung bleibt festzuhalten, dass selbst eine *anteilig* klar geringere Rezeption der Erkenntnisse chinesischer Wissenschaftler:innen ihrer absolut deutlich zunehmenden Präsenz im internationalen Diskurs nicht entgegensteht. Da sich das chinesische Publikationsaufkommen seit 2010 nominell knapp verdreifacht hat, nimmt die Präsenz chinesischer Forschungsergebnisse im globalen Diskurs selbst dann zu, wenn jede einzelne Publikation international nur halb so intensiv rezipiert wird wie eine deutsche oder US-amerikanische.

15 Anteil der Veröffentlichungen, die weltweit zu den 10 Prozent der am häufigsten zitierten Veröffentlichungen im jeweiligen Feld gehören.

16 Aufgrund der in verschiedenen akademischen Disziplinen sehr unterschiedlichen Zitationsgepflogenheiten werden die Vergleichswerte für fächerübergreifende Ländervergleiche standardisiert.

Technologischer Output – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich

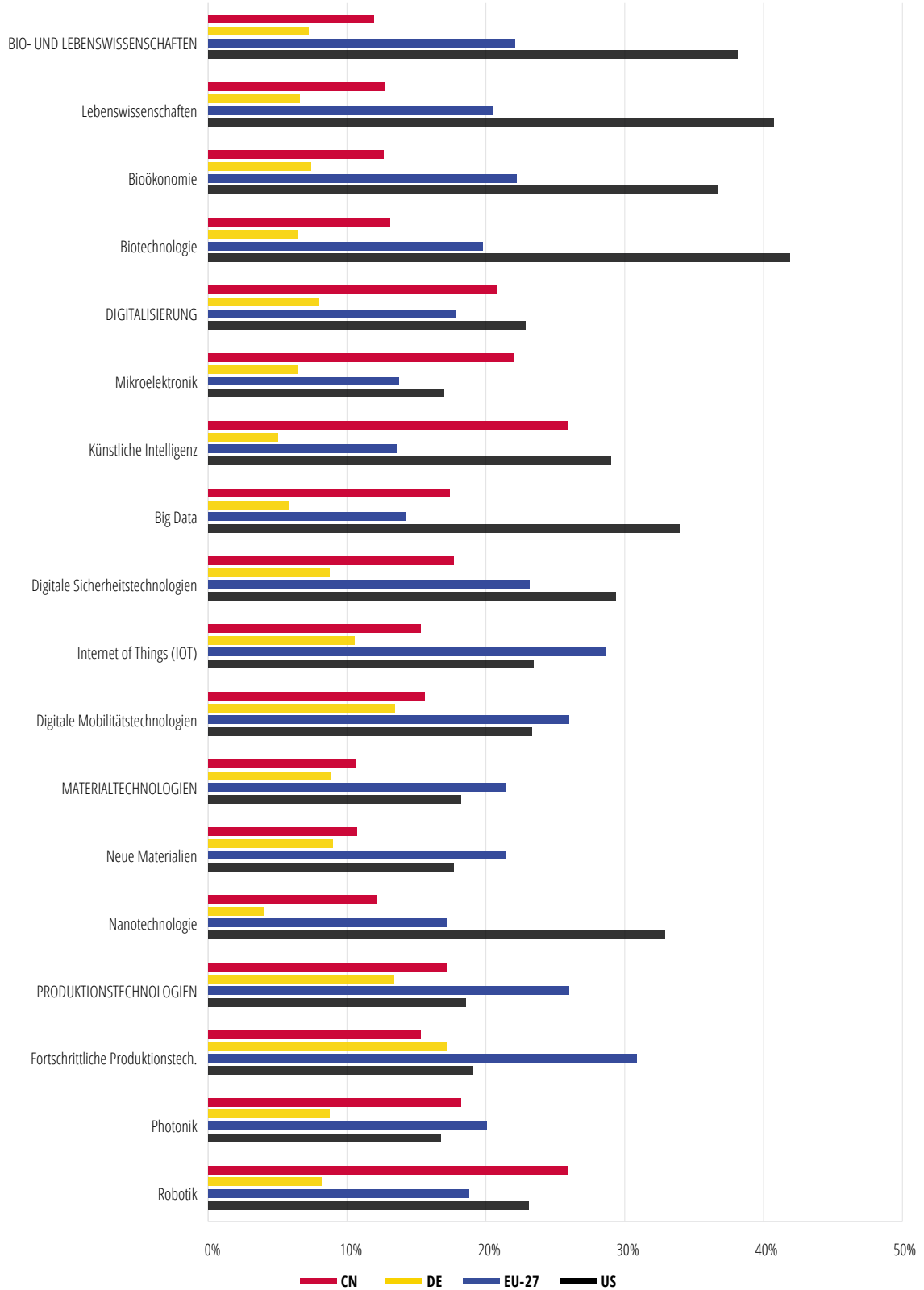
Das Patentaufkommen in verschiedenen Themenbereichen unterscheidet sich aufgrund von unterschiedlich gefassten Abgrenzungen ebenfalls maßgeblich. Auch hier wird daher nicht auf absolute Zahlen, sondern auf die bereits im Bereich der Publikationsanalysen gewählten und erläuterten Analyseperspektiven Weltanteil und Entwicklungsdynamik zurückgegriffen (vgl. S. 6).

Im Hinblick auf den fachspezifischen Anteil Chinas am globalen, transnationalen Patentaufkommen (Abbildung 6) ist festzustellen, dass dieser insgesamt noch deutlich geringer ausfällt als jener im Bereich wissenschaftlicher Aktivitäten. Dies hat nicht zuletzt damit zu tun, dass der für die Analyse gewählte Ansatz zur Identifizierung „transnationaler Anmeldungen“ eine erste Qualitätskontrolle bereits beinhaltet¹⁷. Insbesondere in den Bereichen Materialwissenschaften und Bio- und Lebenswissenschaften hat China trotz relevanter Aufholendenzen noch nicht mit der Europäischen Union bzw. den USA gleichgezogen. Dessen ungeachtet hält es mittlerweile in allen Bereichen – mit Ausnahme des spezifischen Bereichs der Fortschrittlichen Produktionstechnologien – größere Weltanteile als Deutschland. Im Bereich Digitalisierung insgesamt sowie in Teilen seiner Unterbereiche wurde darüber hinaus bereits eine der Europäischen

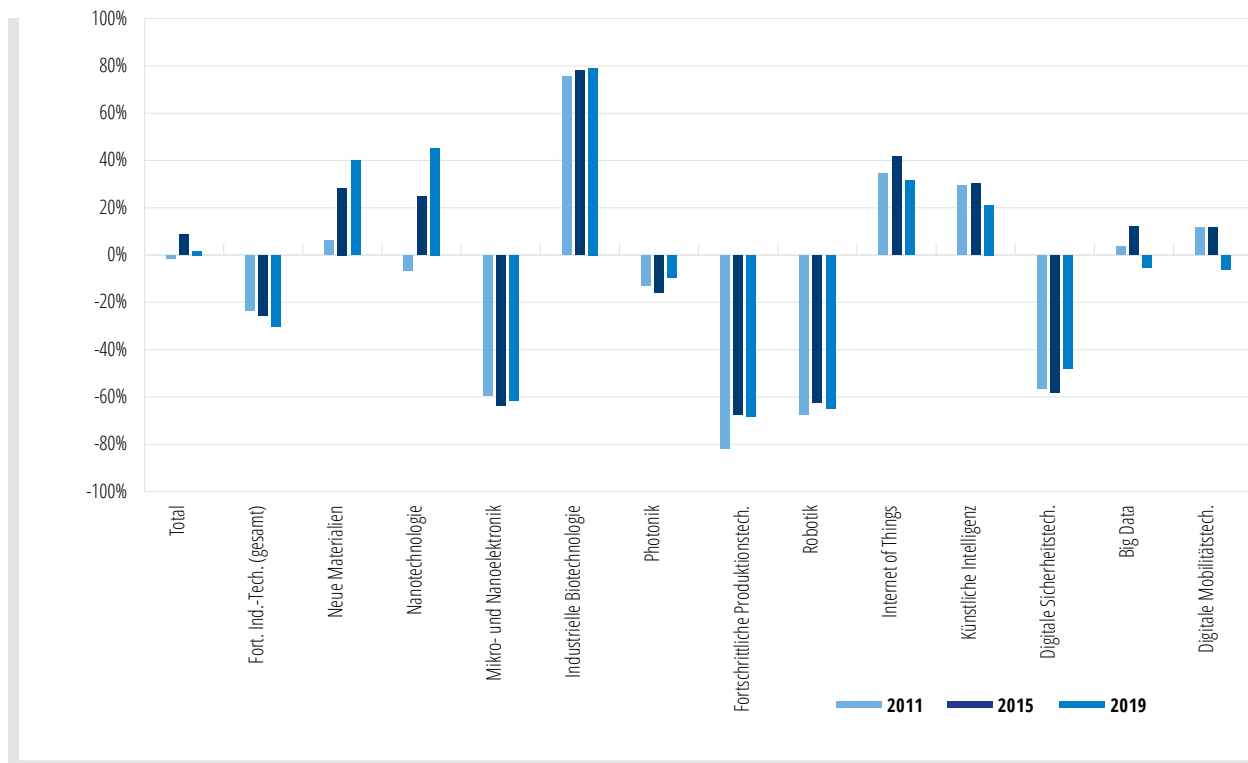
Union bzw. den USA vergleichbare Position erreicht. Dies gilt insbesondere für den Bereich der klassischen Mikroelektronik. Während in den meisten anderen Unterbereichen die USA weiterhin, und zum Teil deutlich, dominieren, spielt China in den Feldern Künstliche Intelligenz und Big Data bereits eine größere Rolle als die Europäische Union. Auch im Bereich Produktionstechnologien hat China im Feld Robotik sowohl Europa als auch die USA bereits überholt, im Bereich Photonik steht dies unmittelbar bevor. In den Feldern Digitale Sicherheitstechnologien, Internet of Things und Digitale Mobilitätstechnologien liegt China demgegenüber noch merklich hinter sowohl der Europäischen Union als auch den USA zurück. Herausragende Dynamiken entwickelten sich dabei vor allem in den jungen Wachstumsfeldern Robotik und Künstliche Intelligenz. Auch in den Themenfeldern Digitale Mobilitätstechnologien und Fortschrittliche Produktionstechnologien entfaltet sich ein überdurchschnittliches Wachstum. In den genuin neuen Bereichen Robotik und Künstliche Intelligenz setzten diese Dynamiken zwar bereits Anfang der 2010er Jahre ein, entfalteten jedoch – wie im letztgenannten Bereich ab 2015 ihre volle Dynamik. Anders als im Bereich der Publikationen sind in den letzten Jahren auch Rückgänge zu verzeichnen, u. a. in den Bereichen Big Data und Internet of Things.

¹⁷ Als „transnationale Patente“ werden nur jene Anmeldungen identifiziert, die entweder auf Basis des durch den Patent Cooperation Treaty (PCT) begründeten Verfahrens oder durch eine Direktanmeldung beim Europäischen Patentamt auf mehr als einem potenziellen Markt geschützt werden, was im Regelfall mit deutlich höheren Kosten einhergeht als eine Anmeldung allein auf dem Heimatmarkt. Dieser Anmeldeweg wird daher in der Regel vor allem für solche Erfindungen gewählt, deren Schutz diesen finanziellen Aufwand rechtfertigt, da sie tatsächlich einen maßgeblichen Neuheitsgrad und, damit einhergehend, ein maßgebliches globales Marktpotenzial aufweisen.

ABBILDUNG 6: Weltanteil Chinas am Patentaufkommen in zentralen Hochtechnologiebereichen (Basis: Summen 2017-19)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

ABBILDUNG 7: Relative Handelsbilanz Chinas in Hochtechnologiebereichen


QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von UN COMTRADE

Wettbewerbsfähigkeit und Importabhängigkeiten – Entwicklung und fachliches Profil im internationalen Vergleich

Einen weiteren, indirekten Einblick in Chinas tatsächliche technologische Kapazitäten in zentralen Hochtechnologiebereichen bieten Handelsstatistiken. Grundsätzlich ist bei der Interpretation von Handelsstatistiken zu berücksichtigen, dass die Entwicklung von Handelsströmen in der Praxis recht unterschiedlichen Einflüssen unterliegt. Gerade in China fand sich lange Zeit eine Situation, in der lohnkostenbedingt technologieintensive Güter eingeführt und nach erfolgter Endmontage erneut exportiert wurden. Heute ist dieses Geschäftsmodell zwar nicht mehr dominant, dennoch sind viele chinesische Produzenten, z.B. im Robotik- und Mikroelektronikbereich, nach wie vor stark von der Einfuhr zentraler Kernkomponenten abhängig. Als sinnvolle Grundlage einer Beurteilung der technologischen Kapazitäten Chinas

werden daher im Folgenden nicht Exportstatistiken, sondern Handelsbilanzen herangezogen. Auch diese bieten allerdings nur eine Indikation hinsichtlich der technologischen Fähigkeiten eines Landes, da Importe neben unzureichenden technologischen Kapazitäten stets auch der Tatsache geschuldet sein könnten, dass die inländischen Produktionskapazitäten noch nicht zur Deckung der aktuellen Marktnachfrage ausreichen.¹⁸ Darüber hinaus zeigt sich, dass sich die chinesische Handelsbilanz in den letzten zehn Jahren strukturell kaum verändert hat. Weder hat sie sich in Chinas Stärkefeldern verschlechtert, noch konnten relevante strukturelle Defizite wettgemacht werden. Allein in den Bereichen Neue Materialien und Nanotechnologie entwickelte China größere Autonomie (Abbildung 7).

¹⁸ Anzumerken ist darüber hinaus, dass für die Zwecke dieser Analyse China und Hongkong als eine Wirtschaftseinheit erfasst und ihr Binnenhandel verrechnet wird, da zahlreiche Importe und Exporte Chinas über Hongkong erfolgen.

Kapitel 2: Chinas zentrale Leitlinien zur Förderung von Wissenschaft und Technologie

Aktuelle wissenschafts- und technologiepolitische Grundsätze

Im chinesischen Wissenschafts- und Technologiesystem vollzieht sich derzeit ein Paradigmenwechsel, der durch die veränderte geopolitische Lage beschleunigt wird. Mit der im Jahr 2016 eingeleiteten innovationsgetriebenen Entwicklungsstrategie, und in Teilen bereits zuvor, hatte eine Neuorientierung hin zu einem qualitativen Wachstum auf der Basis eigener Forschung und Entwicklung (FuE) und einem technologischen Upgrading im Unternehmenssektor begonnen. Neben einer Steigerung der technologischen Innovationsfähigkeit setzt die politische Führung (KPCh und Zentralregierung) nun noch mehr auf die Eigenständigkeit von Wissenschaft und Technologie (W&T) mit einem neuen Fokus auf Grundlagenforschung.¹⁹ Erklärtes Ziel dieses Paradigmenwechsels ist es, China in Schlüssel- und Kerntechnologien unabhängig vom Ausland zu machen. Zudem zielt die Politik auf eine Stärkung des Binnenmarkts. Das Konzept des „doppelten Wirtschaftskreislaufs“ sieht einerseits einen inländischen Wirtschaftskreislauf mit eigenen Wertschöpfungsketten vor, andererseits sollen über den

„internationalen Wirtschaftskreislauf“ die weitere Anbindung an außenwirtschaftliche Aktivitäten und Forschungsk Kooperationen mit dem Ausland fortgesetzt werden.²⁰

Wie sich die umfassenden Veränderungen in der W&T-Politik im Einzelnen darstellen, wird im Folgenden anhand der Ziele, Instrumente und Maßnahmen im aktuellen 14. Fünfjahresplan (2021–25) analysiert.²¹ Fünfjahrespläne spielen seit jeher eine Schlüsselrolle in der W&T-Politikgestaltung und für die Umsetzung der Maßnahmen auf den lokalen Ebenen. Allerdings veränderte sich der Charakter der Pläne mit dem Wandel von einer sozialistischen Planwirtschaft hin zu einem marktorientierten, hybriden Wirtschaftssystem.²² Die heutigen Fünfjahrespläne sind Strategiedokumente mit verbindlichen Leitlinien, die die staatlichen Prioritäten und Aktivitäten im Planzeitraum festlegen, dabei aber den Lokalbehörden auch Freiräume bei der Implementierung erlauben.

Wissenschafts- und Technologiepolitik im 14. Fünfjahresplan

Kontinuitäten und neue Zielvorgaben

Der 14. Fünfjahresplan zur wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung sowie zu den langfristigen Zielen bis zum Jahr 2035 wurde im März 2021 vom Nationalen Volkskongress (NVK) verabschiedet. In den Folgemonaten spezifizierten die Provinzen, Städte und Bezirke ihre Detailpläne für die W&T-Politik. Die veröffentlichten Pläne weisen eine Reihe inhaltlicher Kontinuitäten mit dem vorherigen Fünfjahresplan auf. Dazu zählt die Fortsetzung der innovationsgetriebenen Wachstumsstrategie, die im Mittelpunkt des 13. Fünfjah-

resplans (2016–20) stand und die eine Abkehr vom kapital- und arbeitsintensiven Entwicklungsmodell signalisierte. Ausgehend von einer mangelnden Kommerzialisierung von FuE-Ergebnissen zählte die Schaffung innovationsfreundlicher Rahmenbedingungen für Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu den wichtigsten Politikzielen im 13. Fünfjahresplan. Die Kampagne für „Massenunternehmertum und Innovation“ setzte dabei auf eine neue Innovationskultur, Unternehmensneugründungen und Dienstleistungsplattformen für innovative Start-ups; es wurden

- 19 Siehe dazu den 14. Fünfjahresplan. Xinhua News Agency (2021): Outline of the People's Republic of China 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and Long-Range Objectives for 2035 (中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲). Übersetzung: Center for Security and Emerging Technology, Georgetown University. https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0284_14th_Five_Year_Plan_EN.pdf (Abruf: Oktober 2022). Hinweis zur Schlüsselrolle der Grundlagenforschung S. 13.
- 20 Bickenbach, F. und W.-H. Liu (2021): Chinas neuer Fünfjahresplan: Wirtschaftliche Kernelemente und Implikationen für Deutschland und Europa. <https://www.ifw-kiel.de/de/publikationen/kiel-focus/2021/chinas-neuer-fuenfjahresplan-wirtschaftliche-kernelemente-und-implikationen-fuer-deutschland-und-europa-0/> (Abruf: Oktober 2022).
- 21 Siehe Quellenhinweis auf den 14. Fünfjahrplan in Fußnote 11.
- 22 Heilmann, S. und O. Melton (2013): The reinvention of development planning in China, 1993–2012. *Modern China*, 39 (6), 580–628. <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/0097700413497551> (Abruf: Oktober 2022).

Talentprogramme für angehende Tech-Unternehmer und Leiter von Innovationsteams sowie neue Risiko-finanzierungsmodelle wie Crowdsourcing, -funding und -creation gefördert.

Der aktuelle Fünfjahresplan (2021–25) verfolgt weiterhin die innovationsgetriebene Entwicklungsstrategie, weist aber andere Schwerpunkte auf. In den Stellungnahmen der Regierung zur Förderung der Grundlagenforschung werden die Gründe für den Schwerpunktwechsel deutlich. Im Vordergrund stehen dabei Defizite bei der Entwicklung „originärer Innovationen“ (yuanshi chuangxin), d. h. grundlagenorientierter Pionierforschung und Spitzentechnologieentwicklung.²³ Mit der veränderten Schwerpunktsetzung des Plans will die chinesische Regierung in eine neue Phase der Entwicklung eintreten, die perspektivisch mit dem Aufstieg des Landes zu einem „weltweit führenden Wissenschaftsland“ (keji qianguo) vollendet werden soll. Unmittelbar relevant für die Ausgestaltung des Plans sind aus Sicht der chinesischen Regierung auch die außenpolitischen Spannungen aufgrund des sich zuspitzenden Systemwettbewerbs und die außenwirtschaftlichen Verwerfungen durch die Covid-19-Pandemie. Im 1. Kapitel des 14. Fünfjahresplans werden die Rahmenbedingungen dementsprechend als „zunehmend komplex“ beschrieben. Als Reaktion auf das internationale Umfeld legt der Plan den Fokus auf die Absicherung von Lieferketten und die Widerstandsfähigkeit des Systems gegenüber externen Schocks. Mit seiner Forderung nach „Eigenständigkeit und Selbststärkung in Wissenschaft und Technologie“ (keji ziqiang zili) knüpft der neue Fünfjahresplan an frühere Pläne und Strategien an, allen voran an den Mittel- bis Langfristigen Plan für die Entwicklung von Wissenschaft und Technologie (MLP 2006–20) mit seiner Betonung der „eigenständigen Innovation“ (zizhu chuangxin). Während diese Bestrebungen bislang vor allem im Zusammenhang mit dem Ziel standen, auch in den Spitzentechnologien zu den fortgeschrittenen Volkswirtschaften aufzuschließen, liegt der gegenwärtige Fokus stärker auf nationalen Sicherheitsinteressen. Die Regierung will die technologische Ab-

hängigkeit von ausländischen Akteuren reduzieren, die seit 2018 durch US-Sanktionen beispielsweise im Bereich der Mikrochips deutlich wurden. Trotz der Betonung der inländischen Entwicklung sieht der neue Fünfjahresplan der chinesischen Regierung keine vollständige Entkopplung vom Ausland vor. Im Zusammenhang mit dem neuen Konzept des „doppelten Wirtschaftskreislaufs“ (guonei guoji shuang xunhuan) soll die dynamische Entwicklung von Binnenkonsum und -investition gefördert werden, um weniger anfällig für globale Wirtschaftskrisen und andere „Schocks“ zu sein²⁴. Zugleich soll die Kooperation mit dem Ausland, speziell im W&T-Bereich, weiterhin strategisch ausgebaut werden.²⁵

Grundlagenforschung: Finanzierung und institutionelle Restrukturierung

Bereits 2018 hatte der Staatsrat die umfassende Stärkung der Grundlagenforschung angemahnt, die gegenüber der angewandten Forschung und insbesondere der experimentellen Forschung bei den inländischen Forschungsaktivitäten eine stark untergeordnete Rolle spielte.²⁶ Im neuen Fünfjahresplan zählt die Verbesserung der Qualität der FuE-Anstrengungen zu den wichtigsten Zielen, die auch durch eine Erhöhung der Ausgaben für die Grundlagenforschung erreicht werden soll. Vorgesehen ist ein jährlicher Anstieg der Gesamtausgaben für FuE in der Periode des Fünfjahresplans um mindestens 7%. Bei einem erwarteten BIP-Wachstum von ca. 6–7% für die kommenden Jahre soll mit dieser Ausgabenerhöhung sichergestellt werden, dass die FuE-Intensität, d. h. der prozentuale Anteil der FuE-Ausgaben am BIP, nicht unter die im Jahr 2020 erreichte Marke von 2,4% fällt.

Die Ausgaben für die Grundlagenforschung sollen in den nächsten fünf Jahren von einem 6%igen Anteil an den FuE-Gesamtausgaben im Jahr 2020 auf einen Anteil von 8% im Jahr 2025 steigen. Dies wirkt, angesichts der in etablierten Wissenschaftsnationen üblichen Größenordnungen von regelhaft über 20% für die Grundlagenforschung wenig ambitioniert. An-

23 State Council of China (2018) Einige Überlegungen des Staatsrats zur umfassenden Stärkung der Grundlagenforschung. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-1/31/content_5262539.htm (Abruf: Oktober 2022).

24 European Parliament (2020): China's economic recovery and dual circulation model |) Briefing. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659407/EPRS_BRI\(2020\)659407_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/659407/EPRS_BRI(2020)659407_EN.pdf) (Abruf: Oktober 2022).

25 Siehe Quellenhinweis auf den 14. Fünfjahrplan in Fußnote 11; Übersetzung S. 19.

26 Staatsrat (2018) Einige Überlegungen des Staatsrats zur umfassenden Stärkung der Grundlagenforschung von 2018 (Guowuyuan guanyu quanmian jiaqiang jichu kexue yanjiu de ruogan yijian), http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-01/31/content_5262539.htm (Abruf: Oktober 2022).

gesichts der Entwicklungen der letzten Jahre dürfte dieses Ziel keineswegs leicht zu erreichen sein (siehe oben).

Die Grundlagenforschung wird überwiegend aus dem Haushalt der Zentralregierung finanziert, die darüber hinaus Aktivitäten über das gesamte Spektrum von Wissenschaft und Technologie bis hin zur Diffusion der FuE-Ergebnisse fördert.²⁷ Neben der Zentralregierung tragen die Lokalregierungen speziell für die auf wirtschaftliche und soziale Entwicklungsziele der Region ausgerichtete angewandte Grundlagenforschung – und weitaus seltener für die reine Grundlagenforschung – die Ausgabenverantwortung. Wissenschaftlich starke Regionen werden im Fünfjahresplan aufgefordert, die Grundlagenforschung auszubauen. Die Shanghaier Regierung strebt zum Beispiel einen Anteil der Ausgaben für Grundlagenforschung an den regionalen Gesamtaufwendungen von 12% an. Damit würde sich Shanghai dem Niveau etablierter Wissenschaftsnationen zumindest annähern.²⁸

Zudem fordert der 14. Fünfjahresplan eine Differenzierung der Finanzierungsquellen. Im Plan werden zwei Finanzierungsarten genannt, die bisher keinen bzw. nur einen geringen Beitrag zur Finanzierung der Grundlagenforschung geleistet haben. Das betrifft einerseits das in den vergangenen Jahren enorm gewachsene Kapital der privaten Haushalte. Reiche Personen sollen stärker für die philanthropische Förderung der Wissenschaft – z. B. für Spenden – gewonnen werden. Andererseits betrifft es die Unternehmen, die eine zentrale Rolle im Innovationssystem einnehmen und in den vergangenen Jahren auch wesentlich zur Erhöhung der FuE-Ausgaben beigetragen haben. Allerdings werden deren FuE-Ausgaben bislang zum überwiegenden Teil in nachgelagerte Stufen des Innovationsprozesses investiert (vergleiche vorherige Kapitel), während ihr Beitrag zur Grundlagenforschung sehr gering ist.

Der im aktuellen Fünfjahresplan und auf der NVK-Sitzung im März 2022 angekündigte, bislang aber noch

nicht veröffentlichte 10-Jahres-Aktionsplan für die Grundlagenforschung wird Auskunft darüber geben, wie die Forschungsfördermittel konkret eingesetzt werden. Es wird erwartet, dass dieser Aktionsplan an die vom Staatsrat im Dokument zur Stärkung der Grundlagenforschung von 2018 genannten Ziele anknüpfen wird. Diese umfassten die Erschließung neuer Forschungsbereiche, die Entwicklung neuer Theorien und Methoden sowie originärer Innovationen als Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme am globalen technologischen Wettbewerb.

Um eine längerfristig ausgerichtete Forschung finanziell abzusichern, will die chinesische Regierung stärker als bisher eine stabile Grundfinanzierung von reiner und angewandter Grundlagenforschung fördern. Darüber hinaus sollen die Evaluationssysteme reformiert werden, damit sich die reine Grundlagenforschung besser entfalten kann. Hierfür sehen die neueren Politikdokumente eine Trennung der Evaluationssysteme für die beiden Arten der Grundlagenforschung vor. Projekte der reinen Grundlagenforschung sollen sich noch stärker durch Originalität und ihren wissenschaftlichen Beitrag auszeichnen. Die National Natural Science Foundation of China (NSFC) als wichtigste Förderorganisation der Grundlagenforschung soll ihren Fokus stärker auf die explorative Forschung, insbesondere in den „Basiswissenschaften“, ausrichten. Hierzu hatte die NSFC im März 2021 eine Reform ihrer Organisation angekündigt. Die bisherigen neun akademischen Abteilungen sollen demnach in vier Sektionen zusammengefasst werden, von denen eine Abteilung die Basiswissenschaften zusammenführt. Die NSFC zählt zu den Basiswissenschaften Mathematik, Mechanik, Astronomie, Physik, Chemie und Geowissenschaften.²⁹

Chinas Laborsystem: Neue Ziele und Maßnahmen

Die Integration von Ressourcen sowie der Zugang zu und die Diffusion von Wissen zwischen den Akteuren des Innovationssystems ist ein wichtiges Ziel der Zentralregierung, das im neuen Fünfjahresplan

27 Staatsrat (2019): Reformprogramm für die Aufteilung der Finanzangelegenheiten und der Ausgabenzuständigkeiten zwischen der Zentralregierung und den lokalen Behörden im Bereich der Wissenschaft und Technologie (Keji lingyu zhongyang yu defang caizheng shiquan he zhichu zeren huafen gaige fangan, http://www.gov.cn/zhengce/content/2019-05/31/content_5396370.htm (Abruf: Oktober 2022).

28 Stadtregierung Shanghai (2021): Einige Überlegungen zur beschleunigten Förderung der qualitativen Entwicklung der Grundlagenforschung (Guanyu jiakuai tuidong jichu yanjiu gao zhiliang fazhan de ruogan yijian), <https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20211019/65731f57ba9e47539e219c9270768cdd.html> (Abruf: Oktober 2022).

29 NSFC (2021) <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab440/info80719.htm> (Abruf: Oktober 2022).

ebenfalls aufgegriffen wird. In Form eines „Whole-of-Nation“-Ansatzes (juguo tizhi) sieht der neue Fünfjahresplan eine systemische Vernetzung von nationalen Wissenschaftsplattformen vor (z. B. von staatlichen Schwerpunktlaboren (guojia zhongdian shiyanshi) und ingenieurwissenschaftlichen Forschungszentren (guojia gongcheng yanjiu zhongxin)). Ein weiteres angestrebtes Ziel ist eine verbesserte Ressourcenallokation durch einen neuen Anlauf zur Einrichtung von nationalen Laboren.

Derzeit besteht das System der nationalen Schwerpunktlabore aus rund 700 Laboren mit zentralstaatlicher Unterstützung.³⁰ Die Schwerpunktlabore legen ihren Fokus jeweils auf die sektorbezogene Pionier-, Grundlagen- oder ingenieurwissenschaftliche Forschung bzw. auf die Entwicklung bestimmter akademischer Disziplinen. Etwa die Hälfte sind akademische und knapp 200 unternehmensinterne Schwerpunktlabore. Darüber hinaus haben zentralstaatliche Ministerien zusammen mit Lokalregierungen gemeinsam Schwerpunktlabore zur Förderung regionaler Innovationssysteme eingerichtet. In Hongkong und Macao hat das Ministry of Science and Technology (MoST) über Kooperationsverträge die Entwicklung von Schwerpunktlaboren unterstützt. Schließlich gehören zu dem System noch 60 Schwerpunktlabore für die „Verteidigungswissenschaft und -technologie“ (guofang keji zhongdian shiyanshi). Mit den Verwaltungsbestimmungen von 2018 war im Kontext der verpflichtenden „militärisch-zivilen integrierten Entwicklungsstrategie“ (junmin ronghe fazhan zhanlüe) die Zusammenarbeit dieser Schwerpunktlabore vorangetrieben worden.³¹ Gerade die Verlinkung und der verstärkte Austausch zwischen zivilen Laboren und solchen, die dem Militär unterstehen, stellt eine Herausforderung für die internationale Zusammenarbeit dar, die durch die akademischen Schwerpunktlabore eigentlich hätte vertieft werden sollen.

Nationale Labore wurden stets als zentral für die Modernisierung der chinesischen Wissenschaft und Technologie angesehen. Im 14. Fünfjahresplan wird nun angekündigt, dass die nationalen Labore den Aufbau der wissenschaftlichen und technologischen Stärke des Landes anführen sollen. Im Einklang mit den identifizierten strategischen Bereichen sollen die Labore eine führende Rolle bei Quanteninformation, Photonik und Mikroelektronik, Netzwerkkommunikation, Künstliche Intelligenz, Biomedizin und moderne Energiesysteme einnehmen.

Bislang wurden die Namen der designierten Labore noch nicht öffentlich bekannt gegeben, auch wenn Premierminister Li Keqiang in seinem Arbeitsbericht der Regierung im März 2021 die erfolgreiche Zusammenstellung der ersten Gruppe nationaler Labore bereits verkündete. Medienberichten zufolge soll es sich zunächst um acht Labore handeln – darunter das Peng Cheng Laboratory (Shenzhen), das Zhangjiang Laboratory (Shanghai), das Changping Laboratory (Beijing) und das Hefei Laboratory (Provinz Anhui).³²

Regionale Wissenschaftsplattformen

Mit dem Konzept der *National Comprehensive Science Centers* geht die Förderung der Clusterbildung weiter voran. Dabei werden Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Universitäten für eine längerfristige FuE-Zusammenarbeit vernetzt. Neben der Ansammlung von Spitzenuniversitäten und Forschungsinstitutionen stehen vor allem große Forschungsinfrastrukturen (zhongda keji jichu shibe) im Fokus der Entwicklung. China fördert den Aufbau großer Forschungsinfrastrukturen schon seit geraumer Zeit³³ und hatte zuletzt für die Periode des 13. Fünfjahresplans das Ziel ausgegeben, in den nächsten Jahren ein bis zwei internationale Megascience-Projekte anzu-

30 MoST und MoF (2018) Einige Überlegungen zum Aufbau und zur Entwicklung der nationalen Schwerpunktlabore (Guanyu jiaqiang guojia zhongdian shiyanshi jianshe fazhan de ruogan yijian), http://www.gov.cn/xinwen/2018-06/27/content_5301344.htm (Abruf: Oktober 2022).

31 MOST, NDRC, SASTIND, Equipment Development Department of CMC, Science and Technology Committee of CMC (2018) Maßnahmen zur Förderung der gemeinsamen Nutzung von Ressourcen zwischen den Staatlichen Schwerpunktlaboren und den Schwerpunktlaboren für Verteidigungswissenschaft und -technologie, der Militärindustrie und den wichtigsten Testeinrichtungen der Armee sowie den großen nationalen Forschungsinfrastrukturen, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5447201.htm (Abruf: Oktober 2022).

32 Southern Finance Network (Nanfeng Caijin Wang) (2021) <https://m.sfccn.com/article/20210507/herald/NzU4LTM4MzAzNA==.html> (zzt. inaktiv).

33 Siehe vor allem Staatsrat (2013) Mittel- bis Langfristplan für die Errichtung nationaler großer Forschungsinfrastrukturen (2012–2030) (Guojia zhongda keji jichu sheshi jianshe zhongchangqi guihua (2012–2030 nian)), http://www.gov.cn/zwqk/2013-03/04/content_2344891.htm (Abruf: Oktober 2022).

führen.³⁴ Im 14. Fünfjahresplan wird der hohe Stellenwert von Großforschungsanlagen für die Entwicklung der „nationalen strategischen Fähigkeiten für Wissenschaft und Technologie“ nochmals hervorgehoben. Im Plan werden insgesamt 22 Projekte genannt, in die in den nächsten Jahren Investitionen der Zentralregierung fließen sollen. Zwar werden die Projekte danach unterteilt, ob sie eher strategischer Natur, anwendungsorientiert, richtungweisend oder auf die Verbesserung der Lebensqualität ausgerichtet sind. Für die weitere Infrastrukturentwicklung wird jedoch vor allem die regionale Dimension relevant sein. Die oben erwähnten Nationalen Labore sind in diesem Kontext zu sehen. So sind viele Infrastrukturen in Shanghai dem Zhangjiang Lab zugeordnet, das u. a. danach strebt, bis 2030 das weltweit größte und umfassendste Cluster von Infrastrukturen für Forschung mit Photonen aufzubauen.³⁵

Im letzten Fünfjahresplan für W&T wurden Beijing, Shanghai und Hefei wegen ihrer relativ hohen Anzahl an Forschungsanlagen damit beauftragt, National Comprehensive Science Center aufzubauen. Dieser bisher noch exklusive Kreis wird sich in den nächsten Jahren voraussichtlich stark erweitern. Schon im aktuellen Fünfjahresplan gesellt sich die Greater Bay Area, bestehend aus der Provinz Guangdong, Hongkong und Macau, zu den drei Vorreitern hinzu.³⁶ Vorab Shenzhen gibt das Tempo vor, u. a. mit der Errichtung von Anlagen zur Forschung mit Photonen, Infrastrukturen für synthetische Biologie sowie für Gehirnforschung.

Außerhalb der bislang anerkannten nationalen Wissenschaftszentren planen weitere Provinzen und Städte, in den Kreis der National Comprehensive Science Centers aufgenommen zu werden. Die Provinz Hubei, deren 14. Fünfjahresplan zu W&T als einer der ersten öffentlich zugänglich war, gehört zu den Vorreitern. Diesem Plan zufolge will die Provinz das Hubei Donghu National Comprehensive Science Center in Wuhan etablieren.³⁷ Die staatliche Nachrichtenagentur Xinhua nennt sieben weitere Provinzen und Städte mit ähnlichen Ambitionen.³⁸ Der aktuelle Fünfjahresplan greift diese Ambitionen auf und gibt den Metropolregionen Beijing, Shanghai und der Greater Bay Area den Auftrag, zu „internationalen Innovationszentren“ aufzusteigen. Shanghai und Beijing haben im September bzw. November 2021 entsprechende Detailpläne für die aktuelle Fünfjahresperiode veröffentlicht.³⁹ Diese Pläne konkretisieren die Ziele des nationalen Plans für die lokale Ebene.⁴⁰ Hierbei spielen die Comprehensive Science Centers Huairou (Beijing) und Zhangjiang (Shanghai) als Cluster von Großforschungsanlagen eine wesentliche Rolle. Gerade in Bezug auf internationale Kooperation in Wissenschaft und Technologie sollen die Comprehensive Science Center Anziehungs- und Knotenpunkte für den Austausch mit dem Ausland bilden. Internationale Kooperation wird in diesen Städten vor allem im Umfeld der Großforschungsanlagen und Megascience-Projekte gesucht.⁴¹

34 Staatsrat (2018) Plan zur aktiven Übernahme der Führung bei der Organisation internationaler großer wissenschaftlicher Projekte und großer ingenieurwissenschaftlicher Programme (jiji qiantou zuzhi guoji da kexue jihua he da kexue gongcheng fangan), http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-03/28/content_5278056.htm (Abruf: Oktober 2022).

35 Shanghai Pudong New Area Government (2019) Shanghai Zhangjiang Lab to keep up with international level, <https://govt.chinadaily.com.cn/a/201902/17/WS5c6cb645498e27e338038a2e.html> (Abruf: Oktober 2022).

36 Auf die Anerkennung als umfassendes Wissenschaftszentrum hatte die Provinzregierung von Guangdong während der letzten Jahre intensiv hingearbeitet (siehe dazu den 3. APRA-Monitoring Bericht 2021). Die Provinz entwickelte sich z. B. zu einem wichtigen chinesischen Standort für Neutrinophysik, angefangen mit der China Spallation Neutron Source (Huizhou), dem Daya Bay Experiment und dem Jiangmen Underground Neutrino Observatory (JUNO, in Jiangmen). Eine Vielzahl weiterer Anlagen befindet sich gerade im Bau.

37 Provinzregierung Hubei (2021) W&T-Plan der Provinz Hubei für die 14. Fünfjahresplan-Periode (Hubei sheng keji chuanguangxin „shisiwu“ guihua), https://www.hubei.gov.cn/zfwj/ezf/202110/t20211020_3818129.shtml (Abruf: Oktober 2022).

38 Xinhua (2021) http://www.xinhuanet.com/fortune/2021-03/11/c_1127196540.htm (Abruf: Oktober 2022)

39 Stadtregierung Shanghai (2021) Plan für Shanghai zum Aufbau eines technologischen Innovationszentrums mit globalem Einfluss während der 14. Fünfjahresplanperiode, <https://www.shanghai.gov.cn/nw12344/20210928/5020e5fdf5ac4c6fb4b-219da6bb4b889.html> (Abruf: Oktober 2022).

National Center for Science & Technology Innovation (2021) Plan der Stadt Beijing zur Errichtung eines internationalen Innovationszentrums während der 14. Fünfjahresplanperiode (Beijing shi „shisiwu“ shiqi guoji keji chuanguangxin zhongxin jianshe guihua), http://www.ncsti.gov.cn/zcfg/zcwj/202111/t20211124_51855.html (Abruf: Oktober 2022).

40 Als im nationalen Vergleich fortgeschrittene Regionen legen sie z. B. höhere quantitative Ziele fest. So soll der Anteil der Ausgaben für die Grundlagenforschung an den FuE-Ausgaben auf 12% in Shanghai und 17% (und damit auf mehr als das Doppelte des angepeilten nationalen Zielwerts) in Beijing steigen.

41 Der Shanghai Plan nennt verschiedene Megascience-Projekte, insbesondere das *International Science Project of Mesoscopic Neural Connection Atlas of the Whole Brain*, einem Projekt von Mu-Ming Poo (Pu Muming), einem früheren Berkeley-Professor und Gründer des Institute of Neuroscience, CAS in Shanghai.

Hochtechnologiebereiche im politischen Fokus

Bei aller Betonung der Grundlagenforschung besitzt die ziel- und missionsorientierte Forschung weiterhin einen hohen Stellenwert in der staatlichen Innovationsstrategie. Wie schon die vergangenen Fünfjahrespläne und der MLP (2006–20) listet der aktuelle Fünfjahresplan eine Reihe von Technologiesektoren auf, in die in den nächsten Jahren staatliche Mittel über die einschlägigen Wissenschafts- und Technologieprogramme⁴² schwerpunktmäßig fließen sollen. Diese ausgewählten Bereiche weisen eine große Nähe und Kontinuität zu früheren Plänen und Strategien auf.

Insbesondere betrifft dies z. B. die im 13. Fünfjahresplan genannten, bis 2030 laufenden ingenieurwissenschaftlichen Megaprojekte. Mithilfe der Megaprojekte sollen Fortschritte im Aufbau von Infrastrukturen und in der Entwicklung von Technologien in den Bereichen Informationstechnologie (Quantenkommunikation und Quantencomputer, Informationssicherheit, Big Data und Künstliche Intelligenz), moderne Produktionstechnologien und Werkstoffinnovationen, Energie und Umwelt (intelligente Energieversorgungsnetze, umweltschonendere Kohlenutzung, Umweltmanagementsysteme), Tiefsee- und Weltraumforschung (Entwicklung relevanter Anlagen, Geräte und Systeme) sowie Gesundheit und Landwirtschaft (Gehirnforschung, innovative Medikamente und Saatgut) erzielt werden.

Im Bereich der Megaprojekte sind dort Fortschritte zu beobachten, wo der Staat als Nachfrager mit klaren Zielvorgaben, insbesondere der Errichtung von vorgegebenen Anlagen und Systemen, auftritt. In Forschungsprogrammen mit weniger klar umrissenen Zielen sind die Ergebnisse dagegen bislang überschaubar.⁴³ Mit dem neuen Fünfjahresplan will die chinesische Regierung gerade in diesen Bereichen Fortschritte realisieren, d. h. in den Themenberei-

chen (1) Künstliche Intelligenz der neuen Generation, (2) Quanteninformation, (3) Integrierte Schaltungen, (4) Hirnforschung und gehirnnähnliche Strukturen, (5) Gene und Biotechnologie, (6) Klinische Medizin und Gesundheit, (7) Deep Space, Deep Earth, Deep Sea und Polarforschung (Tabelle 1).

Der Plan benennt somit zwar ähnliche Bereiche wie für die Megaprojekte, legt den Fokus jedoch vor allem auf die vorgelagerten Stufen der Forschung, d. h. die Pionierforschung mit dem Ziel, originäre Innovationen und Kerntechnologien zu entwickeln. Statt der Megaprojekte wird ein anderes staatliches Technologieprogramm für die Umsetzung der Ziele eine wesentliche Rolle spielen: Das Nationale Schlüsselprogramm für FuE (guojia zhongdian yanjiu jihua), mit dem die angewandte Grundlagenforschung sowie die angewandte Forschung gefördert werden sollen.

Auch zur Steigerung der Qualität der Projekte und ihrer Resultate wurden zuletzt eine Reihe von Reformen für die zentralstaatliche Forschungsförderung durchgeführt. Diese zielen auf die Erhöhung der Autonomie der Mittelverwaltung, die Verbesserung der Mittelzuweisung, die Stärkung der Anreize und die administrative Entlastung der beteiligten Wissenschaftler:innen. Für das Nationale Schlüsselprogramm sollen neue Regeln für die Verwaltung der Projektmittel und neue Selektionsmechanismen zu einem Qualitätssprung beitragen.⁴⁴

Chinas Haltung zur Wissenschaftsfreiheit

In Deutschland garantiert das Grundgesetz (Artikel 5) die Wissenschaftsfreiheit und schützt sie vor staatlicher Einflussnahme.⁴⁵ Auch in Ländern ohne eine derartige Verfassungstradition wie in den USA und Großbritannien besitzt die Wissenschaftsfreiheit eine normative Kraft und wird gelebt.⁴⁶ Auf EU-Ebene wurde auf der Ministerkonferenz zum Europäischen

⁴² Siehe dazu den ersten APRA-Monitoring-Bericht von 2018.

⁴³ Sun, Y. and C. Cao (2021) Planning for science: China's "grand experiment" and global implications. *Humanities & Social Sciences Communications*, <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00895-7> (Abruf: Oktober 2022).

⁴⁴ Büro des Staatsrats (2021) Einige Überlegungen des Büros des Staatsrats zur Reform und Optimierung der Verwaltung der zentralstaatlichen Forschungsförderung, http://www.gov.cn/zhengce/content/2021-08/13/content_5631102.htm (Abruf: Oktober 2022). MOF und MOST haben daraufhin ihre Regeln für die Mittelverwaltung angepasst. MOF und MOST (2021) Maßnahmen für die Verwaltung der Mittel im Rahmen des nationalen FuE-Schlüsselprogramms, http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-10/01/content_5640704.htm (Abruf: Oktober 2022).

⁴⁵ Özman, E. (2021) Wissenschaftsfreiheit: Normative Grundlagen und aktuelle Herausforderungen. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, No. 46., S. 5, November. <https://www.bpb.de/apuz/Wissenschaftsfreiheit-2021/343220/normative-grundlagen-und-aktuelle-herausforderungen> (Abruf: Oktober 2022).

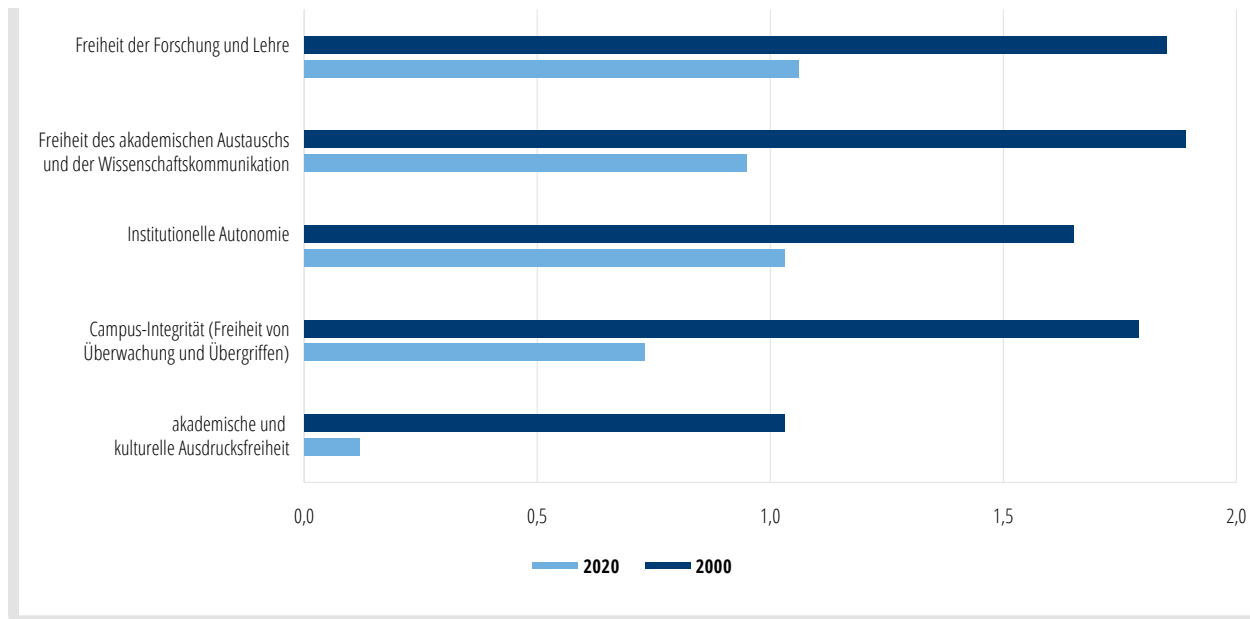
⁴⁶ Özman, E. (2021) Wissenschaftsfreiheit: Normative Grundlagen und aktuelle Herausforderungen. *Aus Politik und Zeitgeschichte*, No. 46, S. 5. <https://www.bpb.de/shop/zeitschriften/apuz/wissenschaftsfreiheit-2021/> (Abruf: Oktober 2022).

TABELLE 1: Schwerpunktbereiche der Forschung im 14. Fünfjahresplan

FORSCHUNGSBEREICHE	TECHNOLOGIEN/ANWENDUNGSBEREICHE
– 01 – Künstliche Intelligenz der neuen Generation	Durchbrüche bei grundlegenden Theorien, Forschung und Entwicklung spezieller Chips, Aufbau von Deep-Learning-Frameworks und anderen Open-Source-Algorithmus-Plattformen, Innovationen in den Bereichen schlussfolgerndes Lernen und Entscheidungsfindung, Bildgrafik, Sprache und Video, Verarbeitung natürlicher Sprache etc.
– 02 – Quanteninformatik	Forschung und Entwicklung von Technologien für die Quantenkommunikation in Ballungsräumen, zwischen Städten und im freien Raum, Entwicklung von Prototypen für allgemeine Quantencomputer und praktische Quantensimulatoren, Durchbrüche in der Quantenpräzisionsmesstechnik.
– 03 – Integrierte Schaltungen	Forschung und Entwicklung von Schlüsselmaterialien wie Werkzeugen für den Entwurf integrierter Schaltkreise, Schlüsselausrüstungen und hochreinen Zielmaterialien, Durchbrüche bei fortgeschrittenen integrierten Schaltkreisen und Spezialverfahren wie Bipolartransistoren mit isolierter Gate-Elektrode (IGBTs) und MEMS- Technologien (Micro-Electro-Mechanical Systems), Verbesserung fortgeschrittener Speichertechnologien, Entwicklung von Halbleitern mit breitem Bandabstand wie Siliziumcarbid und Galliumnitrid.
– 04 – Hirnforschung und gehirnähnliche Strukturen	Analyse der kognitiven Prinzipien des Gehirns, Kartierung der Netzwerkverbindungen im Gehirn, Erforschung von Mechanismus und Intervention bei schweren Hirnerkrankungen, Gehirnentwicklung bei Kindern und Jugendlichen, Entwicklung von gehirnähnlichen Computern und Gehirn-Computer-Fusions-technologie.
– 05 – Gene und Biotechnologie	Forschung und Anwendung der Genomik, technologische Innovationen bei genetischen Zellen und genetischer Züchtung in der synthetischen Biologie und der Biomedizin, Forschung und Entwicklung innovativer Impfstoffe, In-vitro-Diagnostika und Antikörpermedikamente, und andere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, Schaffung neuer Sorten landwirtschaftlicher Nutzpflanzen, Nutztiere, Wassertiere und landwirtschaftlicher Mikroorganismen, Schlüsseltechnologien für die Biosicherheit.
– 06 – Klinische Medizin und Gesundheit	Grundlagenforschung zur Pathogenese von Krebs-, Herz-, Kreislauf-, Atemwegs- und Stoffwechselkrankheiten, Forschung und Entwicklung von Technologien zur aktiven Gesundheitsintervention, Forschung und Entwicklung von Spitzentechnologien wie regenerative Medizin, Mikrobiom und neuartige Therapien, Forschung zu Schlüsseltechnologien für die Prävention und Behandlung der wichtigsten Infektionskrankheiten und nichtübertragbaren Krankheiten.
– 07 – Deep Space, Deep Earth, Deep Sea und Polarforschung	Grundlagenforschung zum Ursprung und der Entwicklung des Universums und der Erde, interplanetare Erkundungen wie die Erforschung der Marsumlaufbahn und von Asteroiden, Entwicklung einer neuen Generation von Schwerlastträger- raketen und wiederverwendbaren Raumtransportsystemen, Tiefseererkundungs- ausrüstung, Tiefseewartungs- und Ausrüstungstestschiffen, polaren dreidimensionalen Überwachungsplattformen und schweren Eisbrechern; Durchführung der vierten Phase des Monderkundungsprojekts, der 2. Phase des Jiaolong- Meereserkundungsprojekts und der 2. Phase des Xuelong-Polarerkundungsprojekts.

QUELLE: 14.Fünfjahresplan, Übersetzung, S. 12–13

ABBILDUNG 8: Veränderung des AFI in China im Verlauf der Jahre 2000–20



QUELLE: Eigene Darstellung auf Basis von Kinzelbach und Spannagel (2021)

Forschungsraum in Bonn im Oktober 2020 die zentrale Rolle der Forschungsfreiheit als gemeinsames Wertefundament nicht nur für die Forschungszusammenarbeit innerhalb der EU, sondern auch mit internationalen Partnern bekräftigt. Dass die Wissenschaft in China in erster Linie den nationalen Interessen dienen soll⁴⁷ und die Freiräume für Wissenschaftler, Universitäten und Forschungseinrichtungen in den letzten Jahren weiter beschnitten wurden, stellt eine Herausforderung für die deutsche Forschungskooperation mit China dar. Untersuchungen zeigen, dass die Wissenschaftsfreiheit in China im Verlauf der letzten Dekade (2010–20) zunehmend eingeschränkt wurde (siehe Abbildung 8). So vergleichen Kinzelbach und Spannagel (2021) die globale Entwicklung der Wissenschaftsfreiheit mithilfe des Academic Freedom Index (AFI). Dieser umfasst fünf Kategorien: 1) Informationen zur Freiheit der Forschung und Lehre, 2) Freiheit des akademischen Austauschs und der Wissenschaftskommunikation, 3) institutionelle Autonomie, 4) Campus-Integrität (Freiheit von Überwachung und vor Übergriffen) sowie 5) akademische und kulturelle Ausdrucksfreiheit. Der

AFI misst den Grad der Wissenschaftsfreiheit auf einer Skala zwischen 0 und 1. Bei einem Wert von 0,8 bis 1 gilt die Freiheit als gewährleistet, bei einem Wert von unter 0,2 gibt es keine Wissenschaftsfreiheit. China zählt auf Basis der oben genannten fünf Kategorien mit einem AFI-Wert von 0,082 zu den Schlusslichtern im internationalen Vergleich. Zwischen 2000 und 2020 verschlechterte sich der Grad der Wissenschaftsfreiheit den Autor:innen zufolge drastisch (Abbildung 8). Dies gilt insbesondere hinsichtlich der akademischen und kulturellen Ausdrucksfreiheit, die mittlerweile laut Kinzelbach und Spannagel (2021) kaum mehr gegeben ist.⁴⁸ In einer Studie des Leiden Asia Centre⁴⁹ wird ebenfalls darauf hingewiesen, dass Wissenschaft und Forschung in China zunehmend staatlich kontrolliert wird und die akademische Freiheit stark eingeschränkt wurde. Zensur und Eingriffe in die Wissenschaftsfreiheit fanden der Studie zufolge überwiegend in den Sozial- und Geisteswissenschaften statt.

Um die Verbreitung der „richtigen“ Ideologie in den Hochschulen, insbesondere in den Sozial- und Geistes-

⁴⁷ Siehe dazu die Einschätzung Ahlers, Anna und Thomas Heberer (2021), Kooperation auf Augenhöhe. Forschung und Lehre, September. <https://www.forschung-und-lehre.de/politik/kooperation-auf-augenhoehe-4031> (Abruf: Oktober 2022).

⁴⁸ Kinzelbach, K. und J. Spannagel (2021). Die Vermessung von Wissenschaftsfreiheit. Aus Politik und Zeitgeschichte No. 46., S. 34–41. <https://www.bpb.de/apuz/Wissenschaftsfreiheit-2021/343220/normative-grundlagen-und-aktuelle-herausforderungen> (Abruf: Oktober 2022).

⁴⁹ d'Hooghe, I.; Montulet, A.; de Wolff, M.; F. N. Pieke (2018) Assessing Europe-China Collaboration in Higher Education and Research. <https://leidenasiacentre.nl/wp-content/uploads/2018/11/LeidenAsiaCentre-Report-Assessing-Europe-China-Collaboration-in-Higher-Education-and-Research.pdf> (Abruf: Oktober 2022).

wissenschaften, sicherzustellen, richtete das Bildungsministerium (MoE) 2017 eine „Kleine Führungsgruppe“ als Kontrollgremium ein. Zuvor hatte Staatspräsident Xi Jinping im Dezember 2016 bereits dazu aufgerufen, dass alle Hochschullehrer:innen „überzeugte Unterstützer der Parteiführung“ sein müssten. Ebenso sollten an allen Universitäten und Hochschulen neben der Vermittlung traditioneller chinesischer Kultur auch die Vermittlung sozialistischer Werte und Charakteristika gestärkt werden.⁵⁰ In einem gemeinsamen Rundschreiben des Bildungs- und des Finanzministeriums sowie der NDRC vom Frühjahr 2022 zur Förderung der First-Class-Universities und First-Class-Fachbereiche steht die Ideologie mit Stärkung der umfassenden Führung durch die KPCh auf der Kriterienliste an erster Stelle vor akademischen Kriterien.⁵¹

Andere Einschränkungen der Wissenschaftsfreiheit betreffen beispielsweise die Teilnahme an internationalen Konferenzen. Viele Universitäten haben neue Genehmigungsverfahren für den internationalen Austausch veröffentlicht, auch z. B. bezüglich internationaler Online-Konferenzen. So müssen die Studierenden der University of Science and Technology in der Provinz Anhui beispielsweise sieben Tage vor der Teilnahme an einer internationalen Online-Konferenz eine Genehmigung einholen.⁵² Darüber hinaus soll es in der Covid-19-Forschung Restriktionen bei Publikationen chinesischer Wissenschaftler:innen geben, um das Narrativ über die Entstehung der Pandemie kontrollieren zu können. So war auf den Webseiten führender Universitäten in China für kurze Zeit der Hinweis veröffentlicht worden, dass wissenschaftliche Artikel zu Covid-19 einer zusätzlichen Sicherheitsüberprüfung unterzogen würden.⁵³

Chinas Haltung zu Open Science und Open Source

Mit der Digitalisierung verbesserten sich die Möglichkeiten, Forschungsergebnisse und -daten zu beschaffen, zu speichern, zu archivieren, auszuwerten, zu reproduzieren und zu verbreiten. Das Open-Science-Konzept bietet international den institutionellen Rahmen, um die Chancen und Risiken der digital getriebenen rasanten Entwicklung der Wissensproduktion sowie des Auftretens neuer Akteure und Kooperationsformen besser nutzen und bewerten zu können.⁵⁴ Die UNESCO legte im Verlauf der letzten Jahre Empfehlungen für die Vereinheitlichung des Konzepts vor, zuletzt im September 2021. Die Empfehlungen sollen einen verbindlichen Rahmen für die Open Science-Politik und -Praktik bilden, der auf den Werten von akademischer Freiheit und Geschlechtergerechtigkeit basiert und die besonderen Herausforderungen für Wissenschaftler:innen berücksichtigt. Der Entwurf der UNESCO definiert fünf Kategorien von Open Science: 1. scientific publications, 2. open research data, 3. open educational resources, 4. open source software/open resource code sowie 5. open hardware.⁵⁵ Für die Europäische Kommission hat Open Science politische Priorität und wird als Standardmethode in den Forschungs- und Innovationsprogrammen (z. B. aktuell im Förderprogramm *Horizon Europe*) eingesetzt. Die Kommission geht davon aus, dass durch Open Science die Qualität, Effizienz und Reaktionsfreudigkeit verbessert und durch Teilen von Erkenntnissen und Daten die Wissensdiffusion beschleunigt wird.⁵⁶

Im nachfolgenden Abschnitt werden nur die ersten zwei der von der UNESCO benannten Kategorien in Bezug auf China näher betrachtet. Zu den wissenschaftlichen Publikationen zählen u. a. referierte Zeitschriftenartikel und Bücher, Forschungsberichte und

50 Ebd.

51 MoE (2022) China to further promote the Double First-Class Initiative, Online 16.2.2022, http://en.moe.gov.cn/news/press_releases/202203/t20220301_603547.html (Abruf: Oktober 2022).

52 University of Science and Technology (USTC) <https://cs.ustc.edu.cn/2021/0425/c20166a482235/pagem.htm> (Abruf: Oktober 2022).

53 Kirchgässner, S., E. Graham-Harrison, L. Kuo (2020) China clamping down on coronavirus research. Deleted pages suggest, in: The Guardian, 11 April. <https://www.theguardian.com/world/2020/apr/11/china-clamping-down-on-coronavirus-research-deleted-pages-suggest> (Abruf: Oktober 2022).

54 Blümel, C. (2019) Open Science und Open innovation, Stifterverband, Discussion paper No. 1, 5.9.2019. <https://stifterverband.org/medien/open-science-und-open-innovation> (Abruf: Oktober 2022); BMBF, Open Science and Open Data, <https://www.horizont-europa.de/de/Open-Science-und-Open-Data-1767.html> (Abruf: Oktober 2022).

55 UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) (2021). Draft Recommendation on Open Science. General Conference. 41st session, Paris. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378841> (Abruf: Oktober 2022), S. 4–5.

56 EU Commission (2021) The EU's open science policy. https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/strategy/strategy-2020-2024/our-digital-future/open-science_en (Abruf: Oktober 2022).

Konferenzbeiträge. Diese sollen über Online-Publikationsplattformen oder Online-Archive zugänglich gemacht werden. Bei den Open Research Data handelt es sich um digitale und analoge Daten, Rohdaten sowie verarbeitete Daten, damit verbundene Metadaten, numerische Werte, Textberichte, Bilder und Töne, Protokolle und Analyse-Codes, die vorbehaltlich der Quellenangabe genutzt werden können. Beim Umgang mit Open Research Data soll nach den Prinzipien der guten Daten-Governance (FAIR)⁵⁷ vorgegangen werden.

Rahmenbedingungen und Hintergründe von Open Science in China

Für Chinas Aufstieg zu einer führenden Wissensmacht spielen die Rahmenbedingungen des Zugangs zu und der Nutzung von Forschungsdaten eine zentrale Rolle. Allerdings besteht ein gemischtes Bild der chinesischen Haltung bei Open Science. Um die staatliche Kontrolle über Daten zu stärken, insbesondere gegenüber chinesischen Technologieunternehmen und beim grenzüberschreitenden Datentransfer, wurde der Regulierungsrahmen in verschiedenen Schritten angepasst. Mit dem *Law of the People's Republic of China on Science and Technology Progress* von 2008 legte die Regierung erstmals grundsätzliche Regeln für den Umgang mit Forschungsdaten fest. Sie bestimmte, dass das MoST zusammen mit anderen relevanten Ministerien Informationssysteme für wissenschaftliche und technologische Quellen wie z. B. W&T-Forschungsdaten, wissenschaftliche Dokumente und akademische Literatur aufbauen und Forschungsquellen zur Nutzung freigeben sollte. Verlangt wurde auch die Offenlegung von Regierungsinformationen als eine der wichtigsten Quellen für frei zugängliche Forschungsdaten. In den Folgejahren verabschiedete die chinesische Regierung eine Reihe von Gesetzen, die einen direkten Bezug zum Umgang mit Forschungsdaten haben, darunter das *Copyright Law of the People's Republic of China* (2010), das *Law of the People's Republic of China on Promoting the Transformation of Scientific and Technological Achievements* (2015) sowie das *Cybersecurity Law of the People's*

Republic of China von 2017.⁵⁸ Auch das Mitte 2021 veröffentlichte *Data Security Law* sowie das *Personal Information Protection Law* sollen die staatliche Kontrolle über die Sammlung und Nutzung sensibler Daten verbessern und die Datensicherheit erhöhen.⁵⁹ Ein zentrales Element der Datengesetze ist die Klassifizierung der Daten in Kategorien mit unterschiedlichem Schutzstatus, die aufgrund der Unbestimmtheit der Gesetze eindeutige Zuordnungen erschweren und Unsicherheiten verursachen.

Der Aufbau von Repositorien für Forschungsdaten und Plattformen für den Wissensaustausch nahm in den letzten Jahren schnell zu. Im 14. Fünfjahresplan wird die gemeinsame Nutzung von Informationen ebenfalls als eine wichtige Aufgabe angesehen. Genannt werden in diesem Zusammenhang auch Datenzentren und Ressourcensammlungen, wie sie über das National Science and Technology Information Programm verstärkt zugänglich gemacht werden. Aufbauend auf zwei Bestimmungen aus dem Jahr 2018 veröffentlichten das MoST und das MoF im Folgejahr eine Liste von insgesamt 20 Datenzentren und 30 Keimplasmasammlungen, die über das National Science and Technology Infrastructure (NSTI) Platform Center zugänglich sind.

Ein wichtiger Schritt zur Bestimmung von Verantwortlichkeiten für das Forschungsdatenmanagement auf den verschiedenen Regierungs- und Verwaltungsebenen – beim MoST, bei den Provinzministerien für Technologie sowie den lokalen Forschungseinrichtungen und Forschungsdatenzentren – war die Verabschiedung der *Measures for Managing Scientific Data* (im Folgenden *Maßnahmen*) durch den Staatsrat im Frühjahr 2018.⁶⁰ In den *Maßnahmen* werden die Etablierung und Pflege eines Managementmechanismus für wissenschaftliche Daten sowie der Transfer dieser Daten (Artikel 10) an Datenzentren angekündigt. Die Datenzentren sind für die Sicherung und Förderung von open sharing zuständig und können Qualitäts-

57 FAIR steht für Findable, Accessible, Interoperable, Reusable. Siehe dazu Wilkinson, M. D.; Dumontier, M.; Aalbersberg, I. J.; Appleton, G.; et al. (2016) "The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship". *Scientific Data*. 3: 160018.

58 Zhang, L.; Downs, R. R.; Li, J.; Wen, L.; Li Chengzan (2021) A Review of Open Research Data Policies and Practices in China. *Data Science Journal*, 20: 3, S 1-17; DOI: <https://datascience.codata.org/articles/10.5334/dsj-2021-003/> (Abruf: Oktober 2022).

59 China NPC (2021, June 10) Data Security Law of the People's Republic of China (中华人民共和国数据安全法), https://gkml.samr.gov.cn/nsjg/bgt/202111/t20211105_336461.html (Abruf: Oktober 2022); China NPC (2021, August 20). Personal Information Protection Law of the People's Republic of China (中华人民共和国个人信息保护法) https://gkml.samr.gov.cn/nsjg/bgt/202111/t20211105_336460.html (Abruf: Oktober 2022).

60 State Council (2018) Measures for Managing Scientific Data. 17. März. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/02/content_5279272.htm (Abruf: Oktober 2022).

kontrollen und damit eine Zensur wissenschaftlicher Ergebnisse durchführen. Die *Maßnahmen* beziehen sich auf in China erhobene bzw. erstellte wissenschaftliche Daten aus Forschungsaktivitäten, die eine öffentliche Förderung erhalten haben. Auch Daten, die außerhalb Chinas erhoben werden, sind von dieser Regulierung betroffen; die Bestimmung hat also exteritoriale Wirkung. Wissenschaftliche Daten sollen nicht veröffentlicht werden, wenn sie Staatsgeheimnisse, die nationale Sicherheit, das öffentliche Interesse, Geschäftsgeheimnisse oder die Privatsphäre (Artikel 25 der *Maßnahmen*) betreffen. Dies gilt auch für Daten, die aus Projekten mit nichtöffentlicher Förderung resultieren.

Als nationale Rahmenbedingungen für den Umgang mit wissenschaftlichen Daten bilden die *Maßnahmen* die Grundlage für lokale Vorgaben nachgelagerter Behörden und Forschungseinrichtungen. Bereits Ende 2019 hatten 15 Verwaltungen auf Provinzebene lokale Regeln dazu erlassen. Die Chinese Academy of Sciences (CAS) passte ebenfalls ihre Datenzentren und Dateninfrastrukturen den nationalen Bestimmungen an; neue Regeln wurden auch für einzelne Disziplinen wie Geowissenschaften, Meteorologie und Meereswissenschaften festgelegt.⁶¹ In den *Maßnahmen* wird den Universitätsbibliotheken eine wichtige Rolle im Forschungsdatenmanagement eingeräumt.

Auch bei der Publikation von Beiträgen in einer ausländischen Zeitschrift, die eine Bereitstellung wissenschaftlicher Daten vor der Veröffentlichung verlangt, müssen wissenschaftliche Daten aus öffentlich geförderten Projekten zuerst den zuständigen Abteilungen der Forschungseinrichtungen übermittelt werden, in denen die jeweiligen Autor:innen arbeiten. Hierdurch wird sichergestellt, dass alle wissenschaftlichen Daten aus öffentlich geförderten Projekten zunächst an nationale Datenzentren in China über-

mittelt werden, sodass sie für staatliche Prüfungen zur Verfügung stehen.⁶² Demgegenüber entwickeln chinesische Bibliotheken laut vorliegenden Studien bislang noch ein vergleichsweise geringeres Engagement beim Aufbau effizienter Infrastrukturen für das Forschungsdatenmanagement. Dies wird einerseits Kompetenzdefiziten unzureichend professionalisierter Bibliothekar:innen sowie andererseits einem institutionell eher gering ausgeprägten Interesse an Open Science zugeschrieben. Dessen ungeachtet bestehen in bestimmten Disziplinen bereits eigene Infrastrukturen für das Forschungsdatenmanagement.⁶³

Im internationalen Vergleich liegt China bei der Umsetzung der Open-Science-Politik zwar nicht vorn, hat aber in den letzten Jahren im Hinblick auf wissenschaftliche Veröffentlichungen aufgeholt. So nahm der Anteil der frei zugänglichen Publikationen im Internet, und zwar bezogen auf alle Open-Access-Strategien⁶⁴, von fast 20% im Jahr 2010 auf rund 35% bis 2020 zu. China belegte damit im Jahr 2020 verglichen mit den übrigen 20 Ländern jedoch erst den vorletzten Platz. Wird der Fokus nur auf die Primärveröffentlichungen gerichtet, die auch als Open-Access-Strategie des „Goldenen Wegs“ bezeichnet werden, schneidet China deutlich besser ab. Bei diesen Publikationen in Open-Access-Zeitschriften oder bei Monografien wird überwiegend ein Peer-Review-Verfahren genutzt; die Zeitschriften sind ausserdem im Directory of Open-Access Journals gelistet. Im Jahr 2020 lag China auf Platz 10 der betrachteten 21 Länder, noch vor Finnland, Dänemark und Deutschland. Eine 2018 durchgeführte Umfrage unter chinesischen Wissenschaftler:innen zeigte, dass diese mit Open-Access-Zeitschriften bereits sehr vertraut waren und diesen gegenüber eine positive Einstellung hatten.⁶⁵

61 Zhang, L., Downs, R.R.; Li, J., Wen, L., Li, C. (2021). A Review of Open Research Data Policies and Practices in China, *Data Science Journal*, 20: 3, S. 1–17. DOI: <https://doi.org/10.5334/dsj-2021-003> (Abruf: Oktober 2022).

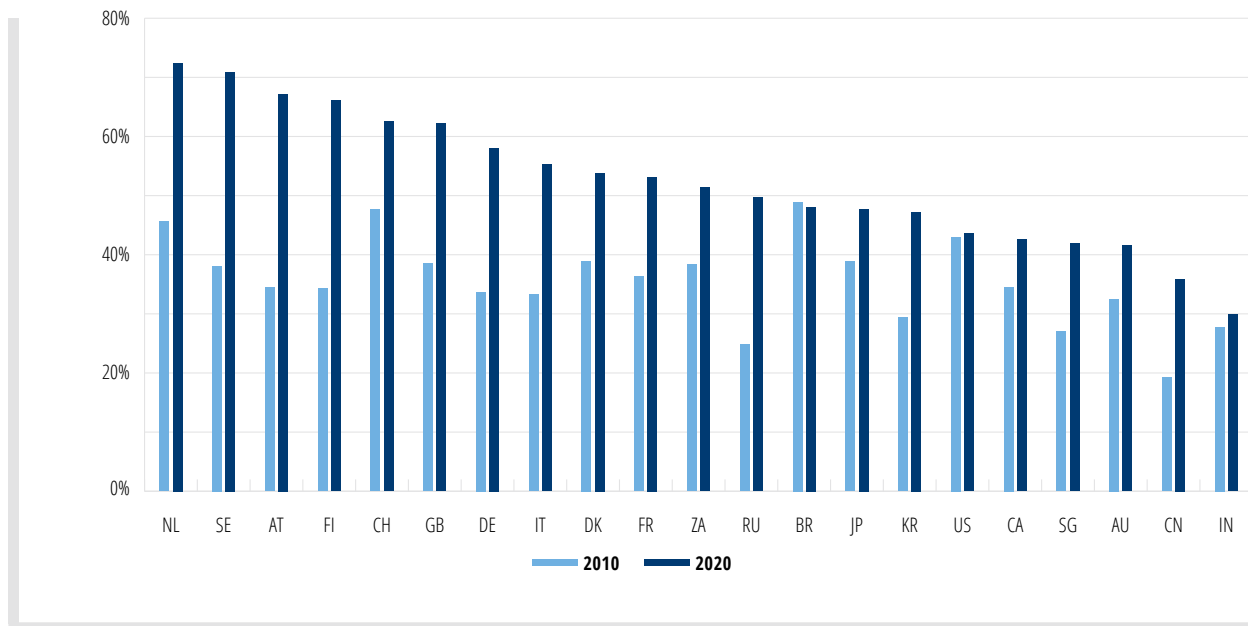
62 Yang, M.; Wang, K.; Doyle, B.; Sun, X. C. (2018) The Impact of Scientific Data Administrative Measures on Foreign Companies in China. Ropes & Gray. <https://www.ropesgray.com/en/newsroom/alerts/2018/08/The-Impact-of-Scientific-Data-Administrative-Measures-on-Foreign-Companies-in-China> (Abruf: Oktober 2022).

63 Huang, Y.; Cox, A. M.; Sbaffi, L. (2020) Research data management policy and practice in Chinese university libraries. *Journal of the Association for Information Science and Technology* published by Wiley Periodicals LLC on behalf of Association for Information Science and Technology. DOI: 10.1002/asi.24413.

64 Siehe dazu auch die folgende Publikation, S. 13–23. European Commission (2021) Perspectives on the future of open science. Brussels. September. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/74cfe2bc-200c-11ec-bd8e-01aa75ed71a1> (Abruf: Oktober 2022).

65 Xu, J., He, C., Su, J., Zeng, Y., Wang, Z., Fang, F., Tang, W. (2020) Chinese researchers' perceptions and use of open access journals: Results of an online questionnaire survey. Association of Learned and Professional Society Publishers.

ABBILDUNG 9: Anteil der Open-Access-Publikationen an allen Publikationen eines Landes in den Jahren 2010 und 2020



ANMERKUNG: Als Open Access sind hier alle nicht als „closed“ gelabelten Publikationen gelistet

QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

Bei anderen Strategien von Open-Access-Publikationen, wie dem sogenannten „Grünen Weg“ oder dem „Hybriden Weg“, bildet China im Vergleich zu den anderen Ländern dagegen das Schlusslicht. Während beim „Grünen Weg“ die Parallelveröffentlichung, Zweitveröffentlichung oder Selbstarchivierung als Strategien genutzt werden, umfasst das hybride Publizieren neben der Open-Access-Veröffentlichung im Internet auch eine kostenpflichtige gedruckte Version der Publikation. Die Bedeutung dieser in Europa und den USA gängigen Strategien, die international etablierte Verlage und Plattformen zumindest teilweise weiter mit einbeziehen, ist in China deutlich geringer und nimmt weiter ab.

Die politische Führung hat seit mehr als einer Dekade die zentrale Bedeutung von Open Science für die Dissemination von Wissen erkannt und Plattformen für das Archivieren, Teilen und die weitere Nutzung wissenschaftlicher Daten etabliert. Diese werden von der chinesischen Wissenschaft auch akzeptiert. Zwar hat die digitale Sammlung und Nutzbarmachung von Forschungsergebnissen auf nationaler Ebene das offizielle Ziel, eine Infrastruktur für weitere wissen-

schaftliche Forschung und Innovation zu schaffen. Gleichzeitig sind damit jedoch staatliche Kontrollmöglichkeiten über den Zugang zu Forschungsergebnissen verstärkt worden. Welchen Einfluss die neuen Regeln auf die internationale Forschungskooperation haben, ist noch unklar. Aus den sehr unterschiedlichen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen ergeben sich allerdings eine Reihe von Herausforderungen. So können beispielweise Wissenschaftler:innen in Europa über ihre Rohdaten aus Experimenten grundsätzlich selbst verfügen. In China gehören die Rohdaten – wie oben beschrieben – dagegen der jeweiligen Forschungseinrichtung und müssen für Kooperationen von staatlicher Seite erst freigegeben werden.⁶² Ob dies in der Praxis ein Problem darstellt, ist abhängig vom Forschungsbereich und davon, inwieweit Regierungsaktive „öffentliche Interessen“ berührt sehen.⁶⁶ Andererseits können große Forschungsorganisationen wie die CAS im Rahmen von internationalen Kooperationen auf Grundlage von Ausnahmeregelungen mithilfe vertraglicher Vereinbarungen eigenständig über die Nutzung von Forschungsdaten bestimmen, auch, da sie eigene Datenzentren besitzen⁶⁷.

66 Vgl. Wallace, N. (2020) Access to information an obstacle in EU-China joint research. *Science Business*. 6 April <https://science-business.net/international-news/access-information-obstacle-eu-china-joint-research> (Abruf: Oktober 2022).

67 Informationen der Autor:innen aus Gesprächen mit CAS-Vertreter:innen 2022.

Kapitel 3: Chinas wissenschaftlich-technologische Kooperation mit dem Ausland

China als Kooperationspartner in der Wissenschaft (Ko-Publikationen)

Wichtigster wissenschaftlicher Partner Chinas bleiben die USA, wenngleich ihr Anteil an allen Ko-Publikationen in den vergangenen Jahren von zwischenzeitlich nahezu 50% auf knapp unter 40% gesunken ist. Mit dieser relativen Abnahme einher gehen relative Anstiege bei Großbritannien und Australien, aber auch Pakistan. Bereits in der ersten Hälfte der 2010er Jahre war eine relative Abnahme der Zusammenarbeit mit Japan zu verzeichnen (Abbildung 10).

Auch in den hier betrachteten Hochtechnologiefeldern entfallen auf die USA je nach Themenfeld zwischen 30% und über 45% aller Ko-Publikationen. Am höchsten sind die Anteile in den Bereichen Life Science, Biotechnologie und Digitale Sicherheitstechnologien, am geringsten in den Bereichen Robotik, Mikroelektronik und Advanced Manufacturing. Entsprechend finden sich in den Bereichen Robotik, Mikroelektronik und Advanced Manufacturing vergleichsweise hohe Anteile anderer Nationen (darunter oft Australien und Großbritannien). Selbst der Anteil Großbritanniens überschreitet allerdings nur in seltenen Fällen 15%, für alle anderen Länder bleibt er regelmäßig unter 10%.

Der Anteil Deutschlands an Chinas Ko-Publikationen (d.h. dessen relative Bedeutung als wissenschaftli-

cher Partner) liegt dabei, je nach Hochtechnologiefeld, zwischen 1,5% und knapp über 6%. Am größten ist Deutschlands Rolle in der Kooperation in den Bereichen Life Science, Robotik, Neue Materialien und Bioökonomie, eher gering in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Advanced Manufacturing, Digitale Mobilitätstechnologien, Big Data und Internet of Things (Abbildung 11). Im Allgemeinen blieb Deutschlands Rolle in Chinas internationalen Kooperationen im internationalen Vergleich seit Anfang der 2010er Jahre grundsätzlich stabil. Lediglich im Bereich der Produktionstechnologien war bereits Anfang der 2010er Jahre ein Rückgang von damals deutlich über 10% auf die aktuellen 5–6% zu verzeichnen. In den letzten Jahren scheint sich allerdings wieder eine Steigerung abzuzeichnen, was mit der zunehmenden Rolle der dem Bereich zugehörigen Felder Robotik und Photonik zu tun haben mag, in denen Deutschland eine relativ große Rolle spielt.

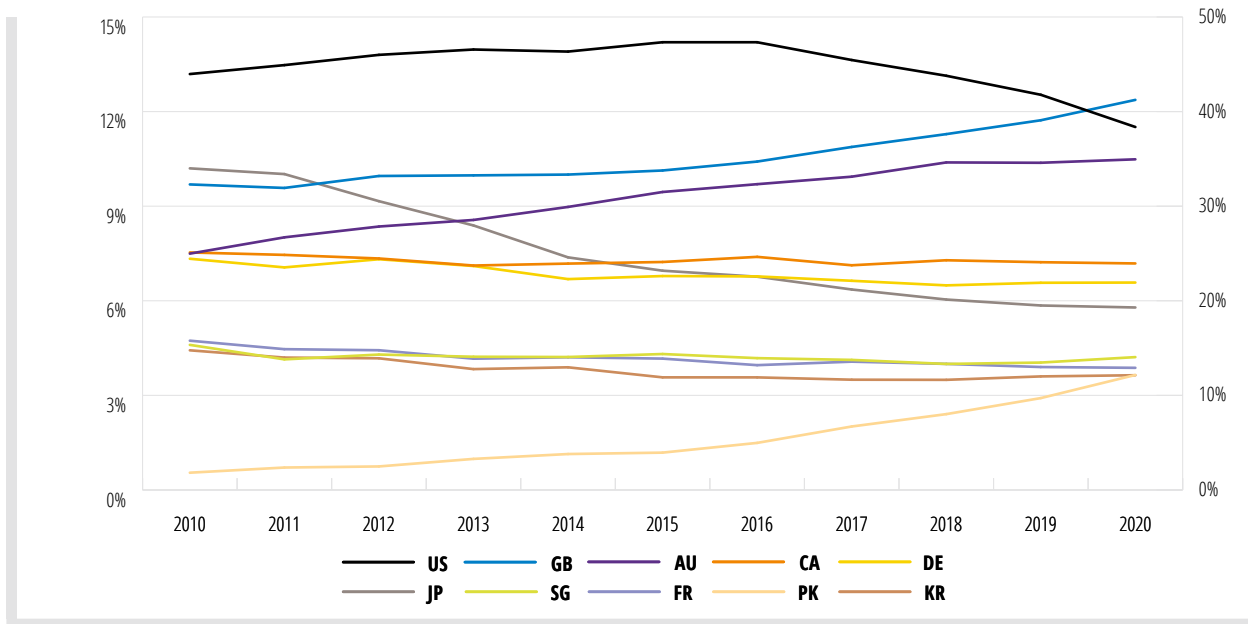
Demgegenüber vollzieht sich der 2015/2016 eingeleitete Rückgang der relativen Orientierung hin zu den USA in allen Bereichen nahezu parallel, was nahelegt, dass hier neben thematisch-fachlichen auch eher politische Erwägungen eine Rolle spielen könnten. Eine gewisse Ausnahme bildet allerdings auch hier der Bereich Produktionstechnologien.

China als Kooperationspartner im Bereich Technologie

Im durch Ko-Patente abbildbaren Bereich der technologischen Kooperation, die sich in diesem Fall vor allem auf Kooperationen im Rahmen großer Unternehmensverbünde bezieht, findet sich ein anderes Bild als im Bereich der wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Zwar hat auch hier die relative Rolle der USA seit ca. 2015 merklich abgenommen (von insgesamt ca. 60% auf ca. 50%), allerdings noch nicht in strukturell vergleichbarem Maße. Kompensiert wurde dieser Rückgang zwar auch in diesem Fall in Teilen durch eine verstärkte Zusammenarbeit mit Australien sowie, anders als im wissenschaftlichen Bereich, vor allem auch durch Kooperationen mit Japan ca. 60% (Abbildung 12). Deutschland kommt mit ca. 10%

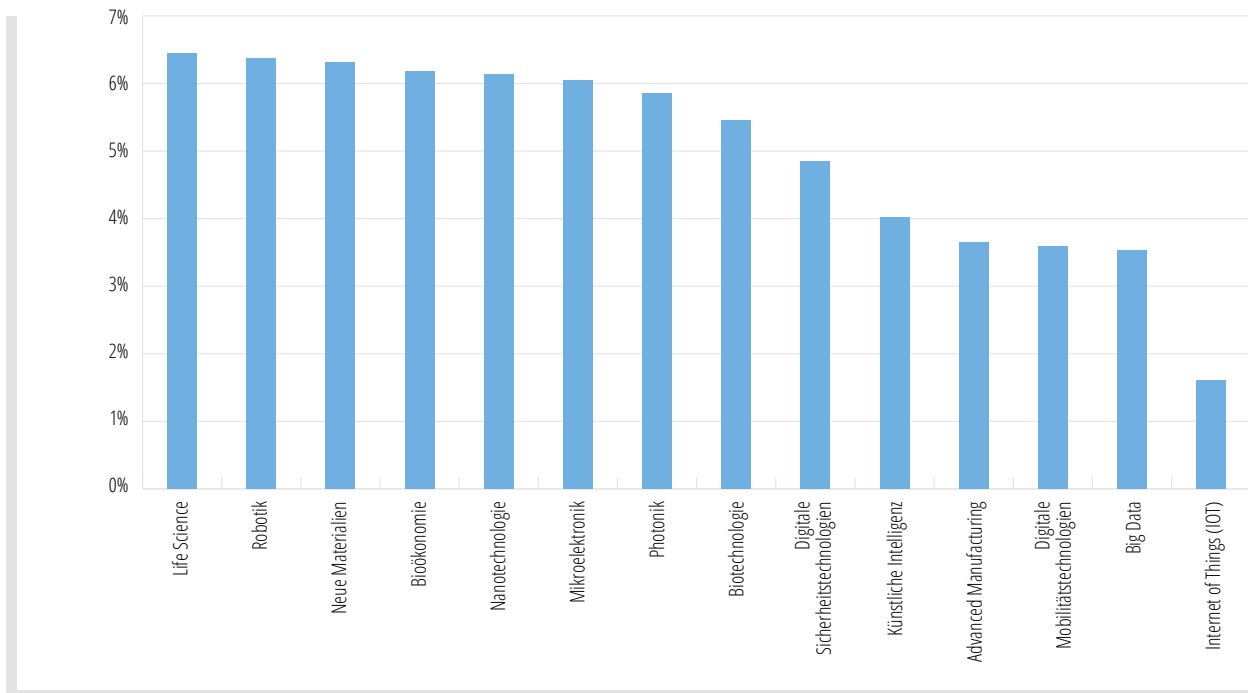
eine größere Rolle zu als im Bereich der Ko-Publikationsaktivitäten. Anfang der 2010er Jahre hatte sich diese Rolle zwar im Rahmen der zunehmenden Verlagerung von Forschung und Entwicklung nach China merklich von ca. 14% auf 10% verringert (da eine größere Zahl von Arbeiten nun komplett in China durchgeführt werden konnte), blieb seitdem aber überwiegend stabil. Die besondere Rolle der USA im Bereich der technologischen Kooperation fällt demgegenüber noch erheblich dominierender aus als in wissenschaftlicher Hinsicht. Je nach untersuchtem Hochtechnologiebereich liegt ihr aktueller Anteil zwischen 45% und 65%, während der anderer Länder kaum je 20% überschreitet. Nur im Bereich Robotik

ABBILDUNG 10: Anteil zentraler Wissenschaftsnationen an Chinas Ko-Publikationen 2010-20 (gesamt, rechte Sekundärskala US)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

ABBILDUNG 11: Anteil Deutschlands an Chinas Ko-Publikationen (Einzelfelder, Basis: Summen 2018-20)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

erreicht Deutschland einen ca. halb so hohen Anteil wie die USA. Auch in den Bereichen Neue Materialien und Advanced Manufacturing fällt Deutschlands Anteil deutlich überdurchschnittlich aus.

Abbildung 13 zeigt diese in verschiedenen Technologiefeldern unterschiedlich ausfallende Rolle Deutschlands im Detail auf. Der in relativer Betrachtung bei weitem größte Verflechtungsgrad (ca. 22% aller Ko-Patente) findet sich im Feld Robotik, gefolgt in absteigender Relevanz von den Bereichen Neue Materialien (ca. 17%), Advanced Manufacturing (ca. 16%), Digitale Mobilitätstechnologien (ca. 10%) und Big Data (ca. 9%). In den Bereichen Mikroelektronik und Digitale Sicherheitstechnologien findet sich nur noch unterdurchschnittliche Evidenz für technologische Kooperationen bzw. Verflechtungen. Weit unterdurch-

schnittlich ist der Verflechtungsgrad in den Bereichen Photonik, Bioökonomie, Künstliche Intelligenz, Life Science und Biotechnologie. In den vier übergreifenden Bereichen Digitale Technologien, Produktionstechnologien, Materialtechnologien sowie Bio- und Lebenswissenschaften ist der Verflechtungsgrad im Laufe der letzten Jahre dennoch weitestgehend stabil geblieben. Im Bereich Materialtechnologien hatte er sich bereits im Verlauf der ersten Hälfte der 2010er Jahre leicht verringert, danach aber verstetigt. Im Bereich der Produktionstechnologien scheint sich – u.U. getrieben durch das Feld Robotik – in den letzten Jahren eine neue Dynamik zu entwickeln, die sich aber noch verstetigen muss. Auch der Anteil chinesischer Kooperationen/Verflechtungen mit den USA und Japan bleibt im Hochtechnologiebereich, entgegen der jeweiligen allgemeinen Trends, vergleichsweise stabil.

China als Kooperationspartner im Bereich Wirtschaft (Handel)

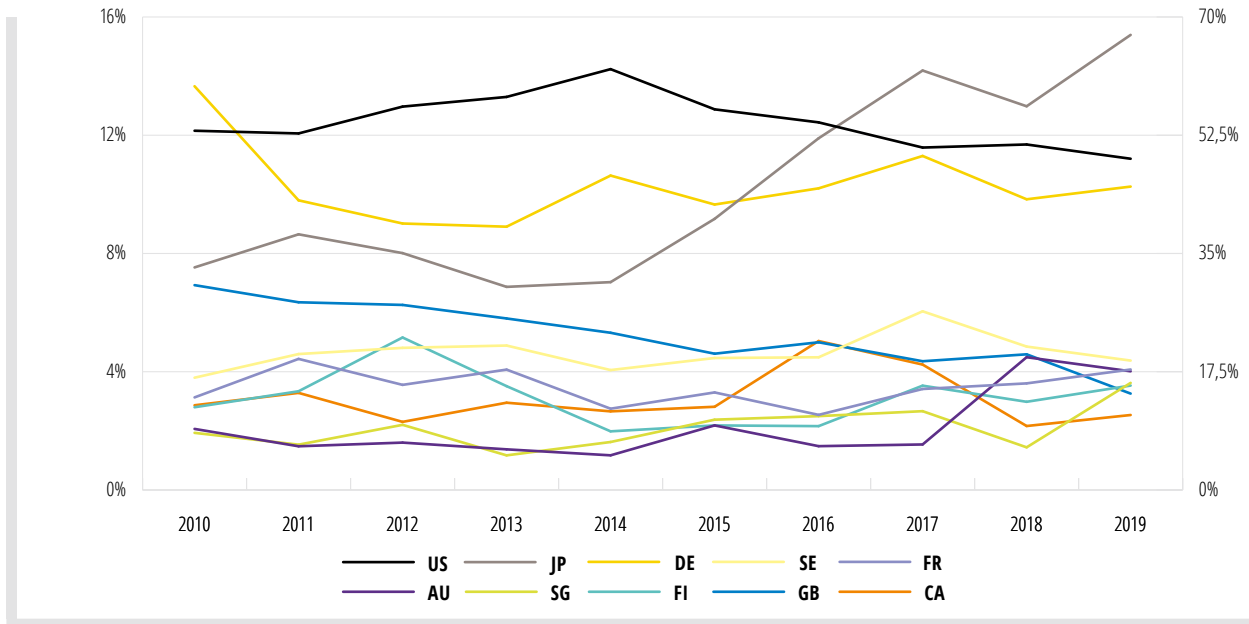
Wie eine Analyse auf Basis von UN COMTRADE⁶⁸ Daten zeigt, sind die USA auch im Bereich der Exporte Chinas wichtigster Partner. Allerdings ist ihr Anteil deutlich geringer als z.B. im Bereich der technologischen oder auch wissenschaftlichen Kooperation. Je nach Hochtechnologiebereich entfallen auf die USA ca. 15%–30% aller chinesischen Exporte. Eine Ausnahme hiervon bilden die Felder Mikro- und Nanoelektronik sowie Digitale Sicherheitstechnologien, in denen China primär nach Korea liefert. Generell sind Japan, Korea, Vietnam, Indien, Deutschland, Malaysia und Mexiko wichtige Absatzmärkte für chinesische Hochtechnologieprodukte. Eine wichtige Rolle spielen darüber hinaus die Niederlande und Singapur. Deren im Verhältnis zu ihrer Größe weit überproportionalen Anteile ergeben sich jedoch vor allem aus ihrer Funktion als Umschlaghäfen. So wird beispielsweise ein großer Teil der für den europäischen Binnenmarkt bestimmten Güter bereits in Rotterdam verzollt. Entsprechend seiner relativen Marktgröße entfallen auf Deutschland meist ca. 5% aller chinesischen Exporte, ein Wert merklich über dem allgemeinen, gütergruppenunabhängigen Mittel von ca. 3%. In den Feldern Mikro- und Nanoelektronik und Digitale Sicherheitstechnologien ist er dabei mit am geringsten.

Ergänzend legt die Herkunft der chinesischen Importe im Schlüsseltechnologiebereich nahe, dass China

aufgrund fehlender technologischer Souveränität nach wie vor Kernkomponenten aus dem Ausland beziehen muss. Deutlich wird hier unter anderem die ausgeprägte Rolle Japans sowie Koreas im Bereich Neuer Materialien, Nanotechnologie und Photonik. Im Bereich Mikro- und Nanoelektronik und Digitaler Sicherheitstechnologien findet sich dagegen eine fast einseitige Orientierung auf koreanische Importe, gefolgt erst ininigem Abstand von Komponenten aus Malaysia und Japan. Bei Advanced Manufacturing-Produkten dominiert demgegenüber Japan, hier fällt Koreas Rolle deutlich geringer aus. In der industriellen Biotechnologie kommt wiederum Japan und hier auch den USA eine besondere Rolle zu. Im Bereich Robotik findet sich eine überraschend große Rolle Malaysias, was sich vermutlich daraus ergibt, dass verschiedene, internationale wie chinesische, Konzerne Teile ihrer Komponentenfertigung nach Malaysia verlegt haben. In geringerem Umfang spiegelt sich diese neue Rolle Malaysias auch in der Importstruktur des Felds Mikro- und Nanoelektronik wider. In den Bereichen Internet of Things und Künstliche Intelligenz sind die Quellen allgemein eher divers, wobei im Bereich Künstliche Intelligenz die besondere Rolle Thailands ins Auge fällt. Im Bereich Big Data ist diese noch stärker ausgeprägt, hier entfallen auf Thailand nahezu 35% aller Importe. Im Bereich Digitaler Mobilitätstechnologien findet sich neben der erwartbaren

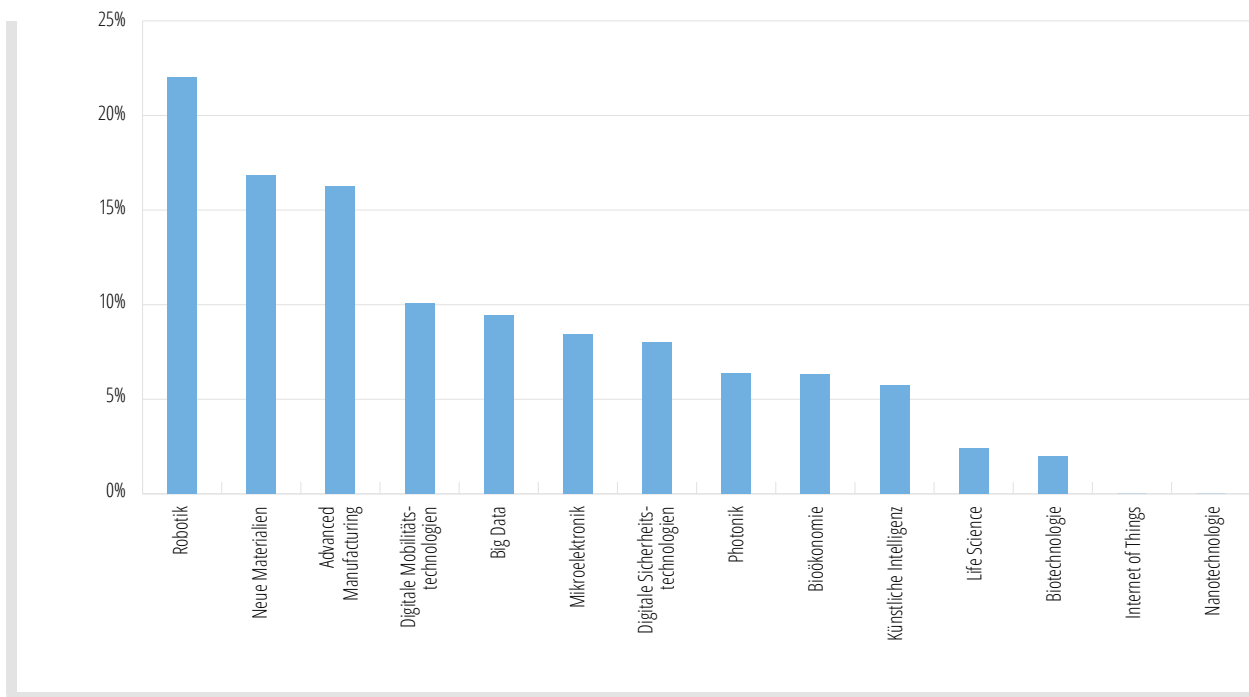
68 UN COMTRADE Datenbank, Offline-Version, Stand 2021.

ABBILDUNG 12: Anteil zentraler Technologienationen an Chinas Ko-Patenten 2010-19 (an gesamt, rechte Sekundärskala US)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

ABBILDUNG 13: Anteil Deutschlands an Chinas Ko-Patenten (Einzelfelder, Basis: Summen 2017-19)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

Rolle Koreas auch ein erheblicher Anteil von Importen aus Vietnam, die in ihrer Gesamtheit zwischen 30%-35% aller chinesischen Einfuhren in diesem Feld ausmachen.

Mangels eigener Produktionskapazitäten ist der Beitrag Deutschlands in den meisten Bereichen zu vernachlässigen; relevante Ausnahmen bilden Advanced Manufacturing (ca. 10%), Neue Materialien und industrielle Biotechnologie (je ca. 8%), Internet of Things und Photonik (je ca. 5%).

Kapitel 4: Politische Strategien zur Kooperation mit dem Ausland

China zählt zu den Ländern, die die Chancen der Globalisierung in besonderem Maße genutzt haben. Im Rahmen der zunehmenden Integration in internationale Wertschöpfungsketten schien sich China dabei Anfang der 2000er Jahre eine Zeitlang in die etablierten politischen, rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen einzuordnen. Über die aktive Beteiligung in internationalen Organisationen wie der WTO, der Weltbank oder dem IWF wurde dabei allerdings schon früh Einfluss auf geltende Regeln genommen und in den letzten Jahren zudem mit der Gründung eigener Organisationen ergänzende entwicklungs- und handelspolitische Strukturen geschaffen. Auch von der Beteiligung an der internationalen Wissenschaftskooperation hat China maßgeblich profitiert, insbesondere vom Austausch mit den USA und den europäischen Ländern. Seit Chinas wachsende wissenschaftliche und technologische Stärke die wirtschaftliche Führungsrolle der westlichen Länder und Japans infrage stellt, wird die Beteiligung des Landes an internationalen Wissenschaftskooperationen vor allem in den USA und Europa zunehmend kritisch gesehen. Die veränderte Haltung dieser Länder gegenüber der Wissenschafts-

kooperation mit China basiert auf negativen Erfahrungen mit mangelnder Reziprozität, die zu einseitigem Wissensabfluß nach China geführt hatte, und der Neubewertung der Systemunterschiede und ihrer Auswirkungen auf die Zusammenarbeit. Vor diesem Hintergrund ist die Befürchtung zu verstehen, dass Chinas Aufstieg als Wissenschaftsmacht mit einer globalen Verbreitung der Normen und Werte des autoritären politischen Systems verbunden sein könnte. Auch die unterschiedlichen Vorstellungen Chinas mit Blick auf die Wissenschaftsfreiheit, ethischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in der Wissenschaft sowie der Politik der Integration von ziviler und militärischer Forschung werden in den USA und der EU zunehmend als Hindernisse in der Kooperation mit dem Land gesehen. Ein verändertes Verständnis der Zusammenarbeit mit China spiegelte sich auf EU-Ebene bereits 2019 in der Einordnung des Landes als „Partner, Wettbewerber und systemischer Rivale“ wider.⁶⁹ Im Koalitionsvertrag der deutschen Bundesregierung von 2021 werden diese drei Dimensionen von Partnerschaft, Wettbewerb und systemischer Rivalität ebenfalls als politischer Rahmen der Beziehungen zu China genannt.⁷⁰

Allgemeine Vorgaben des 14. Fünfjahresplans

Im Fokus des 14. Fünfjahresplans steht die Stärkung der eigenen wissenschaftlichen und technologischen Kapazitäten. Nach Einschätzung der Innovationsforscher Sun und Cao von der University of Nottingham bedeutet diese Politik jedoch nicht, dass die politische Führung Autarkie anstrebt oder die internationale Zusammenarbeit nicht mehr fortsetzen will. Vielmehr fordert der Fünfjahresplan parallel eine aktive Förderung der Offenheit gegenüber dem Ausland und der W&T-Kooperation, um die Integration Chinas in das internationale Forschungs- und Innovationsnetzwerk voranzubringen.⁷¹ Dabei setzt China nicht zuletzt auf Themen, für die ein breiter Konsens über eine internationale Zusammenarbeit herrscht, während sicherheits- und wettbewerbspolitische Erwä-

gungen weniger berührt sind. Hierzu zählen die Bereiche öffentliche Gesundheit, Epidemieprävention und -kontrolle sowie Klimawandel. Für die Umsetzung der Zusammenarbeit strebt China auch eine weitere Öffnung des eigenen nationalen Wissenschafts- und Technologieplans an. Dazu gehören Maßnahmen wie die Initiierung einer Reihe von wichtigen wissenschaftlichen und technologischen (W&T-) Kooperationsprojekten, der Aufbau eines wissenschaftlichen Forschungsfonds für die globale Zusammenarbeit und die Implementierung eines Plans für den Austausch zwischen Wissenschaftler:innen. Als ein wichtiges Feld der internationalen Kooperation gilt die Grundlagenforschung, insbesondere an analytischen Forschungsinfrastrukturen.

69 European Commission and HR/VP Contribution to the European Council (2019) EU-China – A strategic outlook https://ec.europa.eu/info/publications/eu-china-strategic-outlook-commission-contribution-european-council-21-22-march-2019_en (Abruf: Oktober 2022).

70 Koalitionsvertrag der Bundesregierung 2021, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzesvorhaben/koalitionsvertrag-2021-1990800> (Abruf: Oktober 2022).

71 Siehe dazu den Fünfjahresplan sowie Sun und Cao, a.a.O., S. 7.

Strategien zur Schließung von Wissens- und Technologielücken durch strategische Kooperation

Wie aus den Analysen der Handelsdaten ableitbar, besteht für China nach wie vor eine Abhängigkeit von ausländischer Technologie (bzw. entsprechenden Komponenten) vor allem in den Bereichen Digitale Sicherheitstechnologien, Robotik, Advanced Manufacturing sowie Mikro- und Nanoelektronik. Um Wissens- und Technologielücken in diesen Bereichen zu schließen, setzte die politische Führung neben dem Aufbau inländischer Forschungs- und Innovationskapazitäten sowie strategischer Kooperationen auf Aufkäufe ausländischer Firmen. Chinesische Konzerne nutzten die Unternehmensübernahmen, um bestehende Lösungen und Technologien binnen kurzer Frist auch auf dem chinesischen Markt und weltweit verfügbar zu machen. Dabei fielen die Expansionsinteressen der chinesischen Unternehmen, neue Technologien und Märkte zu erschließen, mit den langfristigen Strategien der zentralstaatlichen Planungsbehörden vielfach zusammen. Das prominenteste Beispiel hierfür ist die Übernahme des deutschen Robotikunternehmens Kuka durch das chinesische Unternehmen Midea im Jahr 2016. Um einen unkontrollierten Abfluss von wichtigen Schlüsseltechnologien nach China zu verhindern, haben Länder wie die USA und auch Deutschland inzwischen jedoch strengere Überwachungs- und Genehmigungsprozesse bei Unternehmensübernahmen geschaffen. Diese Entwicklung stellt aus Sicht der chinesischen Regierung – neben dem Exportverbot von Schlüsseltechnologien durch die USA seit Anfang 2020 – eine Hürde für Chinas Zugang zu ausländischen Technologien dar. Vor diesem Hintergrund fokussiert die chinesische Führung zunehmend auf Forschungsprojekte mit ausländischen Partnern und auf den Austausch von Wissenschaftler:innen. Dieser Trend ist nicht neu, könnte aber aufgrund veränderter Rahmenbedingungen besser umgesetzt werden. So bietet China aufgrund rasant steigender inländischer Forschungs- und Innovationsausgaben auch für etablierte ausländische Wissenschaftler:innen, insbesondere in natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fachdisziplinen, einen attraktiven Standort (vergleiche Kapitel zur akademischen Kooperation mit dem Ausland).

Ein wesentlicher Bestandteil der internationalen W&T-Kooperationen Chinas sind die „Nationalen Sonderprojekte zur internationalen W&T-Zusammenarbeit“, die vom Büro der Nationalen Sonderprojekte zur internationalen W&T-Zusammenarbeit verwaltet werden. Das Büro wurde bereits im Jahr 2001 gegründet und steht unter der direkten Leitung der Abteilung für Internationale Zusammenarbeit beim MoST.⁷²

Die Nationalen Sonderprojekte zur internationalen W&T-Zusammenarbeit setzen sich hauptsächlich aus 1) zwischenstaatlichen Projekten und 2) eigenständigen Projekten zusammen, wobei der Fokus auf zwischenstaatlichen Projekten liegt. Dies sind Kooperationsprojekte, die im Rahmen der W&T-Kooperationsabkommen oder Vereinbarungen zwischen der chinesischen Regierung und ausländischen Regierungen oder internationalen Organisationen von beiden Seiten finanziert werden. Die Projekte sollen aus Sicht Chinas auch einen wichtigen Beitrag zur wissenschaftlichen und technologischen, wirtschaftlichen sowie gesellschaftlichen Entwicklung des Landes leisten. Dafür werden sie von der Zentralregierung aus den Fördermitteln für „Sonderprojekte für internationale W&T-Kooperation und Austausch“ finanziert.⁷³ Dagegen werden die eigenständigen Projekte von China aus initiiert und finanziert; die internationale Beteiligung wird ebenfalls von China finanziert. Diese Projekte berücksichtigen im Vergleich zu zwischenstaatlichen Projekten nur chinesische Interessen.

Betrachtet man die Förderausgaben der NSFC, die bei der internationalen Zusammenarbeit zur Grundlagenforschung eine wichtige Rolle spielt, so lässt sich feststellen, dass die Finanzierung der sogenannten organisationsübergreifenden kooperativen Forschungsprojekte den größten Anteil ausmacht. Dies sind Projekte, die von China und einem Kooperationsland bzw. einer Organisation gemeinsam gefördert werden, also zwischenstaatliche Projekte sind. Life Science und Mathematik/Physik machen mit jeweils 28,6% und 18,9% die größten Anteile der Ausgaben für diese Projekte aus. Im Rahmen der gemeinsamen

⁷² Online: <https://www.istcp.org.cn/intro.html> (Abruf: Dezember 2021).

⁷³ MoST (2011) Nationale Maßnahmen zur Verwaltung der internationalen wissenschaftlich-technischen Zusammenarbeit, online: <http://www.most.gov.cn/ztl/qgkjwsgzhy/kjwszxd/201108/P020110828381510469946.pdf> (Abruf: Oktober 2022).

Förderprojekte werden auch der Personalaustausch und die Einladung ausländischer Nachwuchswissenschaftler:innen nach China gefördert. Ein Viertel der Ausgaben zur Förderung ausländischer Nachwuchswissenschaftler:innen geht in den Bereich Mathematik/Physik.⁷⁴

Insgesamt wendet sich China zur Schließung von Wissens- und Technologielücken immer stärker internationalen Wissenschaftskooperationen zu. Einerseits bieten die eigenen Forschungs- und Innovationskapazitäten eine immer bessere Grundlage für solche Austausche, andererseits ist die Übernahme von Technologieunternehmen als Vehikel des Wissenstransfers durch die Beschränkungen in den Zielländern chinesischer Direktinvestitionen erschwert. Zur Etablierung strategischer Kooperationen setzt China zunehmend auf die gemeinsame Förderung länderübergreifender Projekte.

74 NSFC, <https://bic.nsf.gov.cn/Show.aspx?CI=24> (zzt. inaktiv).

Kapitel 5: Chinas akademische Kooperation mit dem Ausland

China als Zieldestination ausländischer Wissenschaftler:innen

Die Stärkung des chinesischen Hochschul- und Forschungssystems manifestierte sich in den vergangenen Jahren u. a. durch die vermehrte Platzierung chinesischer Hochschulen unter den weltweit besten hundert Hochschulen und der zunehmend unbestrittenen Positionierung Chinas als Nation mit der höchsten absoluten Anzahl wissenschaftlicher Publikationen. Als Konsequenz ist in Bezug auf internationale akademische Mobilität zu beobachten, dass China längst nicht mehr nur Sendeland von Studierenden und Forschenden ins Ausland ist, sondern auch als Gastland für internationale Studierende und Forschende zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Zur Zahl internationaler Wissenschaftler:innen in China liegen bislang keine offiziellen Daten der chinesischen Regierung vor. Daher müssen im Folgenden bibliometrische Auswertungen herangezogen werden, die im Rahmen der gemeinsamen Publikation des DAAD und DZHW „Wissenschaft weltoffen 2021“⁷⁵ durchgeführt wurden.⁷⁶

Vergleicht man die Einreisemobilität von Wissenschaftler:innen nach China und in die Benchmarkländer im Zeitraum 2017–19, so ist China hinsichtlich der absoluten Anzahl mit 19.854 Einreisenden nach den USA (62.672) und Großbritannien (26.216) das dritbeliebteste Zielland. Es folgen Deutschland, Kanada und Frankreich (Abbildung 14). Das Verhältnis der Gesamtzahlen einreisender und ausreisender Wissenschaftler:innen ist für China am höchsten (1,26), für Deutschland ist es ausgeglichen (1,01).

Im vorangegangenen Erhebungszeitraum (2014–16) betrug das Verhältnis für China 1,05 (für Deutschland 1,01) und hat sich damit stärker verändert als für die anderen hier betrachteten Länder. Was die ab-

solute Zahl der einreisenden Wissenschaftler:innen betrifft, war China im Zeitraum 2014–16 noch hinter Deutschland positioniert, im Zeitraum 2017–19 weist es jedoch höhere Werte auf (19.854 gegenüber 18.651 Personen).

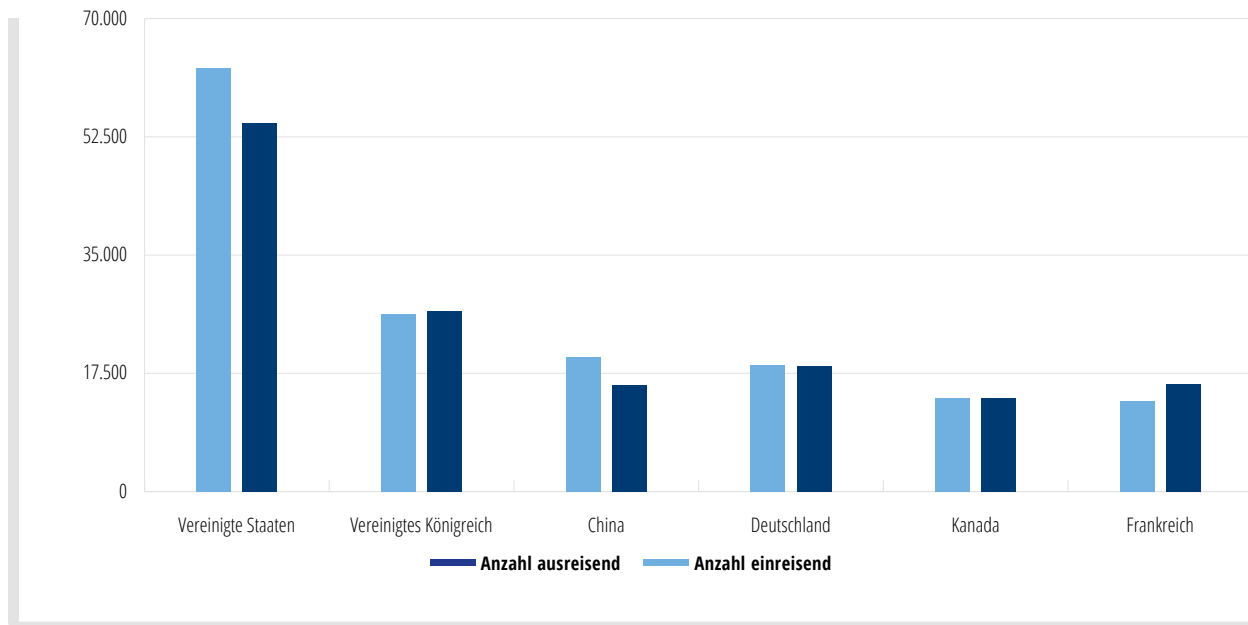
Im Zeitraum 2017–19 kamen ca. 30% der nach China einreisenden Wissenschaftler:innen aus den USA, 10% aus Hongkong, 6,4% aus Japan, 6,1% aus Großbritannien, 4,8% aus Taiwan, 4,5% aus Singapur, 4,1% aus Deutschland, 3,7% aus Australien, und 3,4% aus Kanada. Die neun wichtigsten, hoch entwickelten Länder und Regionen vereinigen mit 73% nahezu drei Viertel (2017–19) der einreisenden Wissenschaftler:innen auf sich (Abbildung 15). Bezogen auf die Gesamtzahl der Wissenschaftler:innen im eigenen Land weist China von den betrachteten Ländern den geringsten Prozentsatz an einreisenden Wissenschaftler:innen auf (0,92%).

Eine weitere wichtige Informationsquelle für Mobilitätsdaten sind Umfragen des DZHW unter von ausländischen Förderorganisationen geförderten deutschen Gastwissenschaftler:innen. Dabei handelt es sich um Personen, die in Deutschland arbeiten, aber im Rahmen einer finanziellen Förderung ohne Anstellung befristet an einer Hochschule oder einer Forschungseinrichtung im Ausland tätig sind. In Bezug auf deutsche Förderorganisationen liegt keine vollständige Erhebung vor, aber die Daten umfassen den wesentlichen Teil der geförderten Aufenthalte deutscher Gastwissenschaftler:innen im Ausland. Im Jahr 2011 wurden 607 deutsche Gastwissenschaftler:innen in China gefördert, im Jahr 2019 waren es 438 Personen. Ob sich dieser deutliche Rückgang strukturell verfestigt, werden nachfolgende Umfragen zeigen.

⁷⁵ Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Auswärtige Amt.

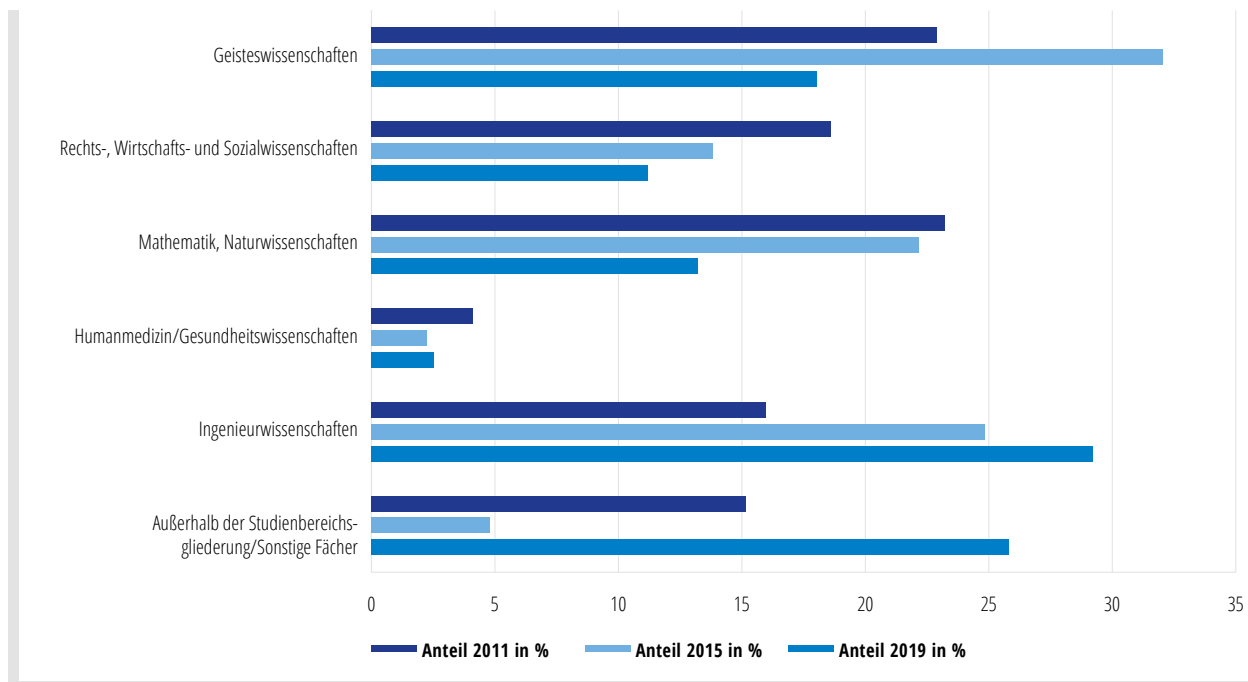
⁷⁶ Bibliometrische Studien zur Mobilität von Wissenschaftler:innen sind eine wichtige Referenz, haben aber unterschiedliche Limitationen: Erstens wird die internationale Mobilität von Wissenschaftler:innen, die nie oder noch nicht publiziert haben, nicht erfasst. Damit wird nicht zuletzt die erhebliche Zahl chinesischer Jungwissenschaftler:innen, die zum Studium in andere Länder gehen, unklar erfasst, da sie dem „Herkunftsland“ zugeordnet werden, in dem sie ihre erste Publikation erstellen (und damit gerade nicht China). Zweitens können internationale Mobilitäten aufgrund langwieriger Veröffentlichungsprozesse auf diese Weise erst deutlich verzögert nachgewiesen werden, was in einem so dynamischen Feld ein Problem darstellen könnte. Drittens fokussieren viele Datenbanken auf englischsprachige Zeitschriften, sodass es zu einer Überrepräsentation der USA gegenüber China kommen kann.

ABBILDUNG 14: Mobilitätsbilanzen wissenschaftlicher Autor:innen, 2017-19



QUELLE: Wissenschaft weltoffen 2021

ABBILDUNG 15: Deutsche Gastwissenschaftler:innen mit geförderten Lehr- und Forschungsaufenthalten in China nach Fächergruppe^{77,78}



QUELLE: ZHW-Abfrage der Förderorganisationen

⁷⁷ Geisteswissenschaften inkl. Sport.

⁷⁸ Außerhalb der Studienbereichsgliederung/Sonstige Fächer inkl. Agrar-, Forst- und Ernährungswissenschaften, Veterinärmedizin sowie Kunst und Kunstwissenschaft und „ohne Angabe“.

Mit Blick auf die Anteile spezifischer Disziplinen ist festzustellen, dass sich diese gegenüber 2011 fast überall verringert haben, außer für die Ingenieurwissenschaften, deren Anteil von 16% im Jahr 2011 auf 29% im Jahr 2019 zunahm. Die größten Abnahmen resultierten in der Mathematik und den Naturwissenschaften (von 23% auf 13%), den Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften (von 18% auf 11%) und den Geisteswissenschaften (von 23% auf 18%). Während bei längerfristigen Mobilitäten, wie sie durch bibliometrische Daten erfasst werden, mit einem hohen Anteil chinesischer Rückkehrer:innen gerechnet werden muss, spielt dieser Faktor bei vorübergehend in China arbeitenden Wissenschaftler:innen wahrscheinlich keine größere Rolle. Der zunehmende Anteil der Ingenieurwissenschaften ist deshalb als Indiz dafür zu werten, dass in diesem Bereich gesteigertes, wechselseitiges Interesse an einer Kooperation besteht.

Für das in dieser Hinsicht besonders relevante Forschungsfeld Künstliche Intelligenz hat das Rathenau Institut⁷⁹ eine Analyse veröffentlicht, aus der sich folgende Erkenntnisse ergeben:⁸⁰

Bezogen auf die Gesamtzahl der KI-Forschenden ist die langfristige Mobilität (Einreise für länger als zwei Jahre) nach China noch deutlich geringer als in den meisten anderen Ländern, absolut betrachtet aber

bereits durchaus erheblich. Neben den USA weist China, das aktiv im Ausland um Talente wirbt (z. B. Thousand Talents Program), eine positive Nettobilanz für längerfristige Mobilitätsflüsse auf, wenngleich diese noch weniger ausgeprägt ist. In Deutschland und anderen europäischen Ländern ist sie hingegen negativ.

Zur Gruppe der längerfristig ausreisenden Forschenden zählen in China überwiegend solche, die das Land erstmalig verlassen. Das gilt auch für Deutschland und die meisten Benchmark-Länder. In den USA hingegen sind es überwiegend Personen, die mindestens zwei Jahre nach ihrer Einreise das Land erneut verlassen, u. a. nach China. Möglicherweise profitiert China somit des Weiteren bereits vom Wissen in den USA qualifizierter Forschender.

Nur in den USA und in Großbritannien ist jedoch die feldkorrigierte Zittrate der Publikationen von Forschenden, die langfristig ins Land einreisen, höher als die für jene, die es langfristig wieder verlassen. In China und Deutschland ist dagegen die Zitrierhäufigkeit bei den Forschenden, die langfristig ins Land kommen, niedriger als bei denen, die es langfristig verlassen. In beiden Fällen gelingt es also offenbar noch nicht, die Mehrheit der kompetentesten Wissenschaftler:innen zu einer dauerhaften Ansiedlung im Land zu bewegen.

Rückkehrtendenzen chinesischer Wissenschaftler:innen

Der Ausbau des Wissenschaftssystems in China lässt einen riesigen Talentpool entstehen. China ist das mit Abstand wichtigste Herkunftsland für internationale Studierende, wovon Hochschulsysteme weltweit profitieren, insbesondere das der USA. In den STEM-Disziplinen (vergleichbar mit den MINT-Fächern) waren dort schon 2015 22% der Ausländer:innen, die eine Promotion abgeschlossen hatten, chinesischer Nationalität, ca. vier Fünftel von ihnen hielten sich auch fünf Jahre nach ihrer Promotion weiterhin in den USA auf.⁸¹ Angesichts der rasanten Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie wird eine Rückkehr nach China für in anderen Ländern tätige

chinesische Wissenschaftler:innen allerdings immer attraktiver. Parallel hierzu initiiert China schon seit fast zwei Jahrzehnten Maßnahmen, um im Ausland tätige chinesische Forschende zu einer Rückkehr zu motivieren. Ein Beispiel ist das Thousand Talents Program, das erstklassigen Wissenschaftler:innen attraktive Forschungsperspektiven in China eröffnet. Eine Analyse der Mobilität chinesischer Forschender zwischen China und den USA zeigt bezüglich deren Performanz folgende Unterschiede: Bemessen an der Zittrate ihrer Veröffentlichungen ist die Sichtbarkeit und Wirksamkeit chinesischer Forschender, die in den USA bleiben, eindeutig am höchsten. Für

⁷⁹ Rathenau Instituut, 2021 www.rathenau.nl/en/science-figures/international-mobility-ai-scientists (Abruf: Oktober 2022).

⁸⁰ Die erfassten Zeiträume liegen vor Ausbruch der COVID-19-Pandemie, etwaige Pandemie-Effekte sind aus den Daten somit noch nicht ableitbar.

⁸¹ Cao, C., Baas, J., Wagner, C.S., Jonkers, K. (2019) Returning scientists and the emergence of China's science system. *Science and Public Policy*, 47(2), S. 172–183.

chinesische Forschende, die nach einem Aufenthalt in den USA nach China zurückkehren, ist er niedriger, aber dennoch deutlich höher als für die chinesischen Forschenden, die das Land nicht verlassen. Bislang profitieren somit beide akademische Systeme von internationaler Mobilität.

Seit 2010 haben die geopolitischen Spannungen zwischen den USA und China grenzüberschreitende Zusammenarbeit und akademische Mobilität in Mitleidenschaft gezogen.⁸² In der US-amerikanischen Politik sowie verschiedenen fachlich zuständigen US-amerikanischen Bundesbehörden ist die Einschätzung verbreitet, dass China von der Offenheit des amerikanischen Systems durch einseitigen Wissensabfluss profitiere, und sich Erkenntnisse auch militä-

risch zunutze zu machen drohe⁸³. Dort wird daher von mancher Seite eine substanzielle Einschränkung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit China gefordert, was sich bereits in erheblichen Berichtspflichten und Restriktionen manifestiert hat. Diese gelten vor allem für chinesische Studierende in den Fächern Künstliche Intelligenz und Robotics^{84,85} sowie für jene Forschende, deren chinesische Fördereinrichtung mögliche Verbindungen zum Militär aufweist.⁸⁶

Andererseits ist es denkbar, dass eine Abnahme der wissenschaftlichen Zusammenarbeit die Entwicklung der Wissenschaft in China zwar verzögern, aber letztlich kaum aufhalten kann, während sie gleichzeitig auch die wissenschaftliche Dynamik der USA nicht unwesentlich zu beeinträchtigen droht.⁸⁷

Arbeitssituation deutscher/europäischer Forschender in China

Das Wissen über die Arbeitsbedingungen deutscher und europäischer Forschender in China, die Attraktivität des chinesischen Forschungssystems für ausländische Forschende sowie die voraussichtliche Entwicklung dieser Parameter ist begrenzt. Um dennoch relevante Erkenntnisse zu generieren, wurden im Verlauf des Jahres 2021 zwei Online-Interviews und eine Umfrage mit 59 Teilnehmenden durchgeführt. Die Aussagen beziehen sich auf die Situation vor Ausbruch der COVID-19 Pandemie, deren langfristigen Wirkungen noch nicht absehbar sind.

Beide Interviewpartner⁸⁸ waren sich einig, dass aufgrund des enormen Ausbaus des chinesischen Forschungssystems, erheblicher und stetig wachsender Budgets (insbesondere im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften) sowie der zunehmenden Zahl hochqualifizierter chinesischer Rückkehrer:in-

nen eine Reihe chinesischer Forschungseinrichtungen für Wissenschaftler:innen aus dem Ausland deutlich attraktiver geworden waren. Einschränkend sei festzustellen, dass China nach wie vor für die meisten deutschen und europäischen Forschenden außerhalb Chinas nicht als langfristiges Auswanderungsziel attraktiv erscheint. Sie würden China aufgrund der schwierigen Arbeits- und Lebensbedingungen i.d.R. nicht als dauerhaften Wohn- und Arbeitsort in Betracht ziehen, sondern eine Karriere in Europa oder in den USA, innerhalb Asiens in Singapur, oder Korea bevorzugen. Auch China selbst zeige an dauerhafter Zuwanderung von Wissenschaftler:innen (inkl. Ruhestand im Land) in der Regel kein ausgeprägtes Interesse und erschwere sie administrativ.

Hinsichtlich der Attraktivität Chinas findet sich eine ausgeprägte Heterogenität in Bezug auf die geografi-

82 Online: <https://edition.cnn.com/2019/02/01/politics/us-intelligence-chinese-student-espionage/index.html> (Abruf: Oktober 2022).

83 Sharma, Y. (2020, 12. Dezember). US targets Chinese talent in drive to 'decouple' science. University World News. <https://www.universityworldnews.com/post.php?story=20201211141413735> (Abruf: Oktober 2022).

84 Barry, E. und Kolata, G. (2020) China's lavish scientific funds fall into prosecutors' spotlight. <https://www.nytimes.com/2020/02/06/us/chinas-lavish-funds-lured-us-scientists-what-did-it-get-in-return.html> (Abruf: Oktober 2022).

85 Tang, L., Cao, C., Wang, Z., Zhou, Z. (2021) Decoupling in science and education: A collateral damage beyond deteriorating US-China relations. *Science and Public Policy*, 48(5), S. 630–634.

86 Redden, E. (2019) Letter: 'Racial Profiling Harms Science'. *Inside Higher Education*. <https://www.insidehighered.com/quicktakes/2019/03/22/letter-racial-profiling-harms-science> (Abruf: Oktober 2022).

87 Lee, J.J. und Haupt, J.P. (2020) Winners and losers in US-China scientific research collaborations. *Higher Education* 80, S. 57–74.

88 Interviews wurden geführt mit: Andrea Braun Střelcová, *China in the Global System of Science*, Lise Meitner Research Group, Max Planck Institute for the History of Science, Berlin; Mikkel Rønnow Mouritzen, Department of Social Sciences and Business and the Sino-Danish Center for Education and Research, Roskilde University. Beide haben im Rahmen ihrer Promotionen dieses Thema empirisch untersucht. Zudem wurden Hintergrundgespräche mit Wissenschaftler:innen geführt, die über einen persönlichen Erfahrungshintergrund in China verfügen.

sche Lage innerhalb des Landes (die meisten prestigeträchtigen Einrichtungen befinden sich im Osten), die Art der Einrichtung (starke Unterschiede zwischen den Einrichtungen) sowie die Disziplin (Interesse besteht fast ausschließlich in den Natur- und Ingenieurwissenschaften). Die Befragten erwarten keine Verlangsamung der Entwicklung des chinesischen Wissenschaftssystems, auch wenn die Reisebeschränkungen aufgrund von COVID-19 die Einreise nach China derzeit sehr erschweren und es ungewiss ist, inwieweit jene Forschende, die China während der Pandemie verlassen haben, danach zurückkehren können und wollen.

Auf eine hohe Leistungsfähigkeit des chinesischen Forschungssystems wurde bei der Umfrage vor allem von Natur- und Ingenieurwissenschaftler:innen hingewiesen. Eine Rückmeldung war, dass es aufgrund dieses Sachverhalts durchaus ratsam erscheine, bestehende Forschungszusammenarbeiten in ausgewählten Bereichen und unter bestimmten Bedingungen weiter zu intensivieren. Dies werde allerdings in den letzten Jahren zunehmend durch wechselseitiges Misstrauen sowie die aktuellen geopolitischen Rahmenbedingungen und Rivalitäten erschwert.

Die Rückmeldungen der Interview-Partner und die Umfrageergebnisse machen deutlich, dass im Umfeld des einzelnen Forschenden die Hindernisse oft vielfältig sind. Beispiele sind die Undurchsichtigkeit des chinesischen Verwaltungssystems, sich in der Praxis ergebende Schwierigkeiten beim Zugang zu formal verfügbaren Finanzmitteln, der Mangel an beruflichen Netzwerken sowie die Isolation innerhalb des Instituts und in der Gesellschaft. Besonders schwierig erscheint demnach die Situation dabei für Wissenschaftler:innen ohne chinesische Familienanbindung.

Die Auswertung der Umfrage ergab, dass die Mehrheit der Befragten sowohl die finanziellen als auch technischen Möglichkeiten für in China arbeitende europäische Wissenschaftler:innen als gut bis sehr gut. Vor allem Natur- und Ingenieurwissenschaftler:innen erwarteten vor Beginn ihres Aufenthalts vor allem „gute finanzielle Ausstattung“ (78%), „gute Forschungsmög-

lichkeiten“ (67%) sowie „gleiche bzw. bessere Karriereperspektiven als in Deutschland“ (61%). Geistes- und Sozialwissenschaftler:innen erwarten dagegen überwiegend „kulturelle Landeserfahrung“ (81%), „Sammeln von Auslandserfahrung“ (73%) und Möglichkeiten zum Knüpfen „guter persönlicher Kontakte“ (54%). Demgegenüber nehmen nur ein Drittel aller Befragten in den Natur- und Ingenieurwissenschaften starke bis sehr starke Unterschiede in den Arbeitsaufgaben im Vergleich zu denen der chinesischen Kolleg:innen wahr, in den Geistes- und Sozialwissenschaften sehen dies dagegen über die Hälfte aller Befragten (56%). Als Beispiel hierfür wurden Administrations- und Partei-Arbeiten genannt, die alle chinesischen Kolleg:innen leisten müssten, bei denen Ausländer:innen dagegen meist nicht eingebunden würden.

Während fast drei Viertel der befragten Geistes- und Sozialwissenschaftler:innen ihre meist eher kulturell orientierten Erwartungen bestätigt fanden,⁸⁹ finden sich die eher materiell orientierten Erwartungen von Natur- und Ingenieurwissenschaftler:innen weniger häufig bestätigt. Jeweils 50% aller Befragten fanden „gleiche oder bessere Beschäftigungsverhältnisse als in Deutschland“ bzw. „gute finanzielle Ausstattung“ vor. Demgegenüber berichteten auch hier 67% von kulturellen Effekten im Bereich „übergreifender kultureller Landeserfahrung“.

Im Rahmen der Umfrage war es möglich, zu unterschiedlichen Punkten Einträge in Freitextfelder vorzunehmen. Diese Möglichkeit wurde von vielen der 59 Teilnehmenden zu verschiedenen Aspekten genutzt. Im Rahmen der anschließenden Auswertung der Umfrage wurden die einzelnen Einträge inhaltlich gruppiert und in eine sprachliche Form überführt, die den gemeinsamen Kern verschiedener, gleich- oder ähnlichlautender Aussagen zusammenfasst. Diese Einschätzungen werden im Folgenden in Form nach Anstrichen dargestellt.⁹⁰

- Es besteht der Eindruck, dass in der deutschen Wissenschaft chinesische Kompetenzen zu wenig bekannt seien und auf deutscher Seite trotz offensichtlicher Entwicklungen nach wie

⁸⁹ 76% „Übergreifende kulturelle Landeserfahrung“, 76% „Sammeln von Auslandserfahrung“ sowie 54% Knüpfen von „guten persönlichen Kontakten“.

⁹⁰ Einzelmeinungen bzw. Themen, zu denen weniger als drei Antwortende Stellung nahmen, wurden von der Betrachtung bereits zu Beginn ausgeschlossen. Mindermeinungen zu anderweitig eher konsensual betrachteten Aspekten in die Zusammenfassung einbezogen.

vor Desinteresse und teils auch Arroganz zu beobachten seien,

- gerade in der aktuellen Situation wird es als problematisch erachtet, dass in Deutschland der Wert wirklicher China-Kompetenz noch immer nicht hinreichend gewürdigt werde,
- deutliche Kritik an der politischen Situation in China wird verbreitet geäußert. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass je nach disziplinärem Umfeld deutliche Unterschiede in den Arbeitsbedingungen bestehen,
- insbesondere Natur- und Ingenieurwissenschaftler:innen erwarten, dass China in einer wachsenden Anzahl von Bereichen materiell aber auch fachlich bald weltweit die besten Arbeitsbedingungen bieten könne, womit sich Europa befassen müsse,
- demgegenüber wird auf chinesischer Seite ein eher geringes Interesse an ausländischen Geistes-, Politik- und Sozialwissenschaftler:innen konstatiert.

Als zentrale Hemmnisse werden folgende Aspekte hervorgehoben:

- Bürokratische Hürden bei der Visaerteilung,
- fehlende vorbereitende Angebote im Bereich Sprach- und Kulturtraining,
- (Internet-)Zensur und die immer weiter ausufernde Bürokratie,
- mangelhaftes Renten- und Sozialversicherungssystem in China,
- fehlende Einbindung der deutschen Wissenschaftler:innen auf Seiten der Gastinstitute,
- mangelnde Transparenz, allgegenwärtige Unsicherheit über Abläufe und Regeln,
- begrenzter Zugang zu Fördergeldern und unklare Verwendungsbestimmungen.

Darüber hinaus waren folgende abschließende Einschätzungen verbreitet:

- Angesichts der faktischen Unvermeidbarkeit von Austausch sollte überdacht werden, wie die deutsche Seite von Kooperationen profitieren kann, um v.a. solche Kooperationen gezielt zu fördern, von denen sie wissenschaftlich und technologisch profitieren kann,
- es sollten mehr Begegnungsräume für deutsche und chinesische Wissenschaftler:innen

geschaffen werden, da zwischenmenschliche Kontakte und Vertrauen zentral sind,

- es wird eine verstärkte Förderung von Aufenthalten an jenen chinesischen Institutionen empfohlen, an denen schon deutsche/europäische Forschende tätig sind, sodass bereits Erfahrungswissen im Umgang mit der Gastinstitution vorliegt,
- fokussierte Kurzaufenthalte an chinesischen Universitäten erscheinen besonders geeignet, um trotz der schwierigen Rahmenbedingungen Vor-Ort-Expertise im chinesischen Wissenschaftssystem zu sammeln.

Gerade die Erfahrungen derjenigen, die eine Zeitlang täglich im chinesischen Forschungssystem arbeiten und weitgehend in die Abläufe einer Forschungseinrichtung integriert waren, könnten aus Sicht der Autor:innen und einiger Befragter für die deutsche Wissenschaft zuverlässige Quellen über das chinesische System selbst sowie Zugänge zu individuellen Kontakten als Ansatzpunkte für zukünftige Kooperationen liefern. Eine solche Initiierung von Kooperationen auf persönlicher Basis erscheint dabei in China kulturell grundsätzlich erfolgversprechender als die formale Anbahnung institutioneller Partnerschaften und in der aktuellen Situation potenziell weniger stark durch bürokratische und zunehmend auch politische Hemmnisse belastet.

Eine Herausforderung ist die Reintegration von Wissenschaftler:innen bei der Rückkehr nach Deutschland. Als konkrete Desiderate bezüglich der Unterstützung werden eine Förderung zur Aufrechterhaltung der entstandenen Kontakte nach China, die Unterstützung bei der Rückkehr in das deutsche Sozialversicherungssystem, klare Regelungen zum Umgang mit Rückkehrenden, die eine Teilzeitstelle in China beibehalten wollen, und Fördermodelle, die die Lebenswirklichkeit von „Pendler:innen“ stärker berücksichtigen, genannt. Im Vorfeld von Aufenthalten in China wird es zudem als wichtig angesehen, die Bindung deutscher Wissenschaftler:innen in China an Deutschland aufrechtzuerhalten, während sich diese noch in China befinden, auch um ihnen anschließende Karriereoptionen in Deutschland zu erhalten.

Die Befragten unterstrichen somit zwar den Nutzen, der der deutschen Wissenschaft insgesamt durch Vor-Ort-Erfahrungen deutscher Forschender an hochrangigen chinesischen Forschungseinrichtungen entsteht, weisen aber auch darauf hin, dass Anreize zum Forschungsaustausch und zur Zusammenarbeit in eine umfassende längerfristige Karriereberatung dieser Personen integriert werden müssen. Dies sollte auch Optionen für eine spätere Wiedereingliederung in das deutsche bzw. europäische Forschungssystem beinhalten. Aus ihrer Sicht erscheint es ohne eine solche Unterstützung unsicher, ob geeignete Personen überhaupt motiviert werden können, einen Aufenthalt in China zu erwägen. Es besteht grundsätzlich die Gefahr, dass ihre in China aufgebaute Expertise im Anschluss dem deutschen Wissenschaftssystem nicht zugutekommen und nicht zur Entwicklung deutsch-chinesischer Forschungsk Kooperationen genutzt werden können.

Neben der Unterstützung einzelner Forschender wird von Seiten der Befragten auch eine zusätzliche Unterstützung der Diasporanetzwerke deutscher bzw. europäischer Forschender empfohlen. Dies hilft ihnen nicht nur bei ihrer Integration und ihrer täglichen Arbeit in China, sondern macht es ihnen auch einfacher, ihre Empfehlungen und Vorschläge bereits während ihres China-Aufenthalts ins deutsche Wissenschaftssystem einzubringen. Auch in dieser Hinsicht bleibt bereits bestehende China-Expertise bislang zu häufig ungenutzt. Gerade in Zeiten von pandemisch bedingt sehr stark beschränkten Reisemöglichkeiten erscheint diese Option zunehmend relevant.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Aus den Analysen dieses Berichts wird deutlich, dass die chinesische FuE-Politik eine proaktiv auf die Entwicklung eigener Stärken und die Schließung verbleibender Kompetenzlücken ausgerichtete Strategie verfolgt. Chinas innovationsgetriebene Wachstumsstrategie wird auch im 14. Fünfjahresplan fortgeschrieben; als neuer Schwerpunkt mit dem Ziel der eigenständigen Entwicklung von Wissenschaft und Technologie soll die Grundlagenforschung gestärkt werden. Internationale Wissenschaftskooperation wird weiterhin gesucht, nicht zuletzt allerdings als Vehikel des strategischen Technologieerwerbs.

Absolut erreichten Chinas nach OECD-Standard gemessene Ausgaben für FuE bereits 2020 das Niveau der USA von 2016 (ca. 515 Mrd. USD in Kaufkraftparitäten). Die Ausgaben der europäischen Länder stagnieren hingegen. Deutschland erreicht aktuell nur etwa ein Viertel der chinesischen Ausgaben. Mit einem FuE-Anteil am BIP von 2,2% ist China zudem dabei, zum OECD-Mittel aufzuschließen und investiert mittlerweile anteilig mehr als z. B. Frankreich. Der Anteil der Grundlagenforschung an allen FuE-Ausgaben liegt in China mit ca. 6% zwar weit unter dem internationalen Mittel, absolut betrachtet ist China allerdings bereits heute der nach den USA zweitgrößte Investor in Grundlagenforschung weltweit.

Im Hinblick auf Chinas wissenschaftlich-technologische Leistungsfähigkeit zeigen die Analysen dieses Berichts eine zunehmende Präsenz chinesischer Beiträge in internationalen, wissenschaftlichen Publikationen. Die absolute Zahl internationaler Zitationen chinesischer Beiträge hat sich schon aufgrund der erheblichen und steigenden Anzahl wissenschaftlicher Artikel chinesischer Autor:innen maßgeblich erhöht. Allerdings ist bei chinesischen Publikationen der Anteil internationaler im Verhältnis zu nationalen Zitationen deutlich geringer und nimmt weiterhin ab. Dies deutet darauf hin, dass sich das chinesische Forschungssystem in seiner Gesamtheit zur Zeit stärker national als international ausrichtet. Hiervon unbenommen ist die Tatsache, dass viele chinesische Forschungsergebnisse bewusst international positioniert werden. So entspricht z. B. der Anteil chinesischer Publikationen, die in hochrangigen, viel zitier-

ten Zeitschriften veröffentlicht werden, mittlerweile dem in Deutschland üblichen Niveau.

Technologisch bleibt China in den Bereichen Fortschrittliche Produktionstechnologien, Photonik, Digitale Sicherheitstechnologien, Robotik, Advanced Manufacturing sowie Mikro- und Nanoelektronik stark von Importen abhängig. Der Anteil dieser Technologiebereiche am global marktrelevanten Patentaufkommen fällt nach wie vor deutlich geringer aus als jener im Bereich wissenschaftlicher Aktivitäten. Dessen ungeachtet hält die Volksrepublik auch im Hinblick auf angemeldete Patente mittlerweile fast überall merklich größere Weltanteile als Deutschland. Im Hinblick auf global marktrelevante Patentanmeldungen in den Bereichen Künstliche Intelligenz und Big Data nimmt sie bereits eine stärkere Position ein als die Europäische Union insgesamt. Eine deutliche Wachstumsdynamik in den Patentanmeldungen findet sich zudem im Bereich Robotik.

Starke wissenschaftlich-technologische Verflechtungen bestehen vor allem zwischen China und den USA; Deutschland kommt eine weniger bedeutende Rolle zu. Trotz erschwelter geopolitischer Rahmenbedingungen und einem gewissen Rückgang der chinesisch-amerikanischen Kooperationen seit 2015 hat sich die Zusammensetzung der Kooperationspartner Chinas bis ca. 2020 strukturell wenig verändert.

Aktuell setzt China für die Verbesserung des wissenschaftlichen Outputs auf die verstärkte Errichtung von Forschungsgroßanlagen. Diese fortschrittlichen Anlagen wecken großes Interesse in der internationalen Wissenschaftsgemeinde. Ein nachhaltiger *brain drain* nach China wird jenseits bestimmter Schwerpunktbereiche noch nicht beobachtet; eine dauerhafte Übersiedlung nach China bleibt für die meisten deutschen Forschenden wenig attraktiv. Wesentlich gängiger sind Kurzaufenthalte. Die Zahl der Wissenschaftler:innen, die einen durch eine deutsche Förderinstitution geförderten, Lehr- oder Forschungsaufenthalt in China realisiert haben, hat seit 2015 allerdings deutlich abgenommen.

Zusammenfassend ist somit festzustellen, dass China als zentraler Akteur im globalen Innovationswettbewerb nicht ignoriert werden kann. China entwickelt dabei gerade in jenen Technologien Kompetenzen, die für Deutschlands wettbewerbliche Positionierung zentral sind, bleiben oder absehbar werden (z. B. Produktionstechnologien und Digitalisierungstechnologien).

Wie dieser Bericht weiterhin darlegt, ist im Hinblick auf mögliche Kooperationen allerdings zu berücksichtigen, dass nahezu alle Forschungsaktivitäten in China als Beitrag zur Entwicklung des Landes betrachtet und stets auch deswegen gefördert werden. Wissenschaftsfreiheit ist dort auch in der Grundlagenforschung nicht gegeben. Es muss somit stets damit gerechnet werden, dass sich aus wissenschaftlichen Kooperationen ergebende Erkenntnisse systematisch zur Erreichung nationaler Ziele genutzt werden. Mit einzubeziehen in Entscheidungen über Kooperationen sind daher stets auch grundsätzliche Abwägungen sicherheitspolitischer und ethischer Natur. Zudem sind Erträge und Kosten mit Blick auf die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands sowohl kurz- als auch langfristig ins Verhältnis zu setzen.

Gerade um dies qualifiziert zu erreichen, erscheint jedoch der Erhalt und weitere Aufbau von China-Kompetenzen und fachkundigen Netzwerken in der deutschen Wissenschaft unabdingbar. Angesichts vielfältiger Herausforderungen und konfligierender Interessen gilt es, die Umstände und möglichen Folgen zukünftiger Kooperationen sachgerecht einzuordnen. Hierfür spielt nicht zuletzt auch die Einbeziehung deutscher Forscher:innen, die sich eine Zeitlang in China aufgehalten haben, eine zentrale Rolle. Die Mehrzahl der deutschen Wissenschaftler:innen ist unseren Analysen zu Folge in ihrer Haltung gegenüber China keineswegs unkritisch, würde aber von einer verbesserten Aufklärung und Faktenkenntnis hinsichtlich des wissenschaftspolitischen Umfelds in China sehr profitieren.

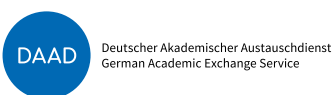
Impressum

Herausgeber



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

Beteiligte Institute:



Autoren:

Henning Kroll, Margot Schüller, Marcus Conlé,
Christian Schäfer, Naomi Knüttgen

unter wesentlicher Mitarbeit von:
Oliver Rothengatter

© Titelbild: Adobe Stock / daizuoxin

Erschienen online unter:



ISBN-Nummer:
978-3-949245-18-3

Dezember 2022



Kooperation
international

BEAUFTRAGT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ISBN-Nummer:
978-3-949245-18-3