

Potenziale der Wissenschafts- und Technologiekoooperation im Asien-Pazifik-Raum

Schüller, Margot; Kroll, Henning; Schäfer, Christian

Veröffentlichungsversion / Published Version
Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
GIGA German Institute of Global and Area Studies

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Schüller, M., Kroll, H., & Schäfer, C. (2024). *Potenziale der Wissenschafts- und Technologiekoooperation im Asien-Pazifik-Raum*. (GIGA Focus Asien, 6). Hamburg: German Institute for Global and Area Studies (GIGA) - Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien, Institut für Asien-Studien. <https://doi.org/10.57671/gfas-24061>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-ND Lizenz (Namensnennung-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-ND Licence (Attribution-NoDerivatives). For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nd/3.0>



Margot Schüller, Henning Kroll, Christian Schäfer

Potenziale der Wissenschafts- und Technologiekoooperation im Asien-Pazifik-Raum

GIGA Focus | Asien | Nummer 6 | Juli 2024 | ISSN 1862-359X

Im Rahmen der China-Strategie strebt Deutschland auch eine Diversifizierung seiner internationalen wissenschaftlichen Beziehungen an. Dabei richtet sich der Blick auf alle Länder im Asiatisch-Pazifischen Forschungsraum (APRA). Das APRA-Monitoring zeigt deren Attraktivität als Wissenschafts- und Technologiestandorte sowie entsprechende Kooperationspotenziale bei gleichzeitig enormen regionalen Entwicklungsunterschieden.

- Neben dem Europäischen Forschungsraum hat sich der Asiatisch-Pazifische Forschungsraum (APRA) seit mehr als 15 Jahren mit großer Dynamik entwickelt und ist für die Wissenschafts- und Technologiekoooperation Deutschlands damit zunehmend attraktiv geworden.
- Um die Kooperationsintensität innerhalb des APRA-Raums zu messen, entwickelte das APRA-Monitoringteam einen Kohäsionsindex, der die zunehmende wissenschaftliche Verflechtung zwischen den Ländern der Region zeigt.
- China hat Japan als Motor von Wissenschaft und Innovation im APRA-Raum abgelöst und ist zum wichtigsten Kooperationspartner für die meisten Nachbarstaaten aufgestiegen. Daneben zählen vor allem Korea und Indien zu den Aufholerstaaten.
- Der erfolgreiche Aufholprozess der APRA-Länder (allen voran China, Japan, Korea und teilweise Indien) betrifft nicht nur traditionelle Forschungsfelder und Technologien, sondern auch Schlüssel- und Zukunftstechnologien.
- Deutschland arbeitet vor allem mit APRA-Ländern zusammen, die gleichwertige bzw. komplementäre Partner sind. Die Kooperation mit China ist allerdings aufgrund geopolitischer Spannungen und veränderter Sicherheitsinteressen aktuell eingeschränkt.

Fazit



Dr. Margot Schüller

Associate
margot.schueller@giga-hamburg.de



Dr. habil. Henning Kroll

Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI



Dr. Christian Schäfer

Deutscher Akademischer Austausch Dienst

German Institute for Global and Area Studies

Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien
Neuer Jungfernstieg 21
20354 Hamburg

www.giga-hamburg.de/de/publikationen/giga-focus/potenziale-der-wissenschafts-und-technologiekoooperation-asien-pazifik-raum

DOI: <https://doi.org/10.57671/gfas-24061>

Das APRA-Monitoring hat gezeigt, dass sich für die Diversifizierung der deutschen Wissenschaftskooperation auch andere Länder außer China im APRA-Raum anbieten. Deutschland müsste sein wissenschaftlich-technologisches Engagement vor allem mit den Aufholerstaaten deutlich verstärken. Als eine der wichtigsten Wissenschaftsmächte bleibt China allerdings für die Bewältigung globaler Herausforderungen unentbehrlich.

Ziele und Methoden des APRA-Monitorings

Das regelmäßige Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (Asia Pacific Research Area, APRA) gehörte zu den Empfehlungen in der vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Jahr 2015 veröffentlichten China-Strategie. Das Monitoring umfasste Länder in Süd-, Südost- und Ostasien sowie im Pazifik^[1]. Es wurde von 2018 bis Anfang 2024 unter Leitung des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI), vom Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien (GIGA) und dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) durchgeführt. Im Rahmen der Publikationsreihe „Kooperation International“ des BMBF erschienen insgesamt zehn Monitoring-Berichte zu unterschiedlichen Ländern (ASEAN, China, Indien, Japan, Korea) und Themenschwerpunkten (u.a. Bioökonomie, Demografie/Fachkräfte, erneuerbare Energien/Wasserstoff, Quantenforschung).

Das Monitoring der Forschungs-, Innovations- und Bildungslandschaft der APRA-Länder verfolgte das übergeordnete Ziel, die wichtigsten Entwicklungen im internationalen Vergleich zu bewerten und als gesicherte empirische Basis für Kooperationsentscheidungen deutscher Akteure zur Verfügung zu stellen. Im Detail ging es dabei um folgende Aspekte:

- Identifikation der Institutionen, Netzwerke und Standorte, die eine besonders hohe Entwicklungsdynamik in den jeweiligen Ländern aufweisen.
- Analyse der thematischen, regionalen und sektoralen Politikschwerpunkte sowie Strategien und Programme der APRA-Länder.
- Identifikation neuer Wettbewerbssituationen für Deutschland, die eine Folge der veränderten Kooperationspräferenzen der APRA-Länder sind.
- Analyse der Anreizsysteme und Förderinstrumente der APRA-Länder zur Ausweitung ihrer internationalen Kooperation.

Zur internationalen Positionierung der APRA-Länder nutzte das Fraunhofer ISI seine Analyseplattformen für Wissenschafts- und Technologieindikatoren. Hierzu zählen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE), wissenschaftliche Publikationen, Zitationen und Patentanmeldungen sowie die Analyse der 50 wichtigsten Akteure, die wissenschaftliche Artikel veröffentlichen bzw. Patente anmelden. Weiterhin wurde untersucht, in welchen Feldern wissenschaftlich-technologische Spezialisierungen zu finden sind. Auch die internationalen Kooperationsbeziehungen der Länder in den Bereichen Wissenschaft und Technologie waren Gegenstand der Analyse, wobei der Zusammenarbeit mit Deutschland eine wichtige Rolle zukam. Hierfür wurden zusätzliche Auswertungen von Patent- und Publikationsstatistiken durchgeführt.

¹ Dazu zählen in Südasien Indien, in Südostasien die ASEAN-Staaten, insbesondere Indonesien Malaysia, Singapur, Thailand und Vietnam, in Ostasien China, Japan und Korea sowie im Pazifik Neuseeland und Australien. Als Benchmark-Länder werden – abhängig vom Thema – die USA und verschiedene europäische Länder, insbesondere Deutschland, Frankreich, Großbritannien und die Niederlande herangezogen.

Im Mittelpunkt der DAAD-Untersuchungen standen internationale Mobilitätsströme von Studierenden, Promovierenden und anderen Forschenden, die mit Hilfe öffentlich verfügbarer, sowie eigens vom DAAD erhobener Daten, ermittelt werden konnten. Anhand der Mobilitätsströme ließen sich die Attraktivität der Standorte, Aussagen zur Dynamik internationaler Kooperationen sowie regionale Schwerpunktsetzungen bestimmen. Diese Daten sind für die Einschätzung des zukünftigen Forschungspotenzials der APRA-Länder besonders relevant.

Die Aufgabe des GIGA im Rahmen des Monitorings war die qualitative Kontextualisierung und Einordnung des Ist-Zustandes von Wissenschaft und Technologie der APRA-Länder auf Basis der oben genannten quantitativen Indikatoren. Im Zentrum der Untersuchung standen relevante Akteure, Netzwerke und Infrastrukturen sowie die Rahmenbedingungen der Innovationsentwicklung und zentrale Aspekte der politischen Steuerung. Hierbei kam der Analyse innovationspolitischer Programme und Pläne eine wichtige Rolle bei der Erklärung strategischer Entwicklungen zu.

APRA: Entstehung eines neuen Forschungsraums

Die wachsende wirtschaftliche Verflechtung zwischen den Ländern des APRA-Raums, die sich vor allem im Rahmen der Wertschöpfungsketten transnationaler Unternehmen entwickelte, führte auch zu einer größeren wissenschaftlich-technologischen Zusammenarbeit in der Region. Drei Fragen zur Entwicklung des Forschungsraums standen im Mittelpunkt des ersten Monitoringberichts im Jahr 2018 sowie des Berichts von Dezember 2022:

1. Welche Länder der Region kooperieren vor allem miteinander?
2. Wie stark ist die regionale Kooperationsintensität?
3. Welche Bedeutung besitzt der asiatische Forschungsraum im internationalen Vergleich?

Um diese Fragen zu beantworten, analysierte der erste Monitoringbericht (Frietsch et al. 2018) zunächst die bilaterale Ko-Publikationsintensität, die anhand der Anteile der bilateralen Ko-Publikationen an allen Ko-Publikationen eines Landes im Zeitraum von 2013 bis 2017 ermittelt wurde. Sie zeigte, dass China für die meisten APRA-Länder zwar als Treiber der Wissenschaftsentwicklung bereits eine große Rolle spielte, die USA jedoch weiterhin eine führende Position als ihr wichtigster Wissenschaftspartner einnahmen. Deutschlands Kooperationsintensität mit der Region war dagegen eher gering; mit China und Australien gab es überdurchschnittlich viele Ko-Publikationen.

Als weiterer Indikator für die wissenschaftliche Zusammenarbeit lieferte der DAAD die Daten zur Hochschul- und Forschungsk Kooperation. Diese zeigten, dass zwischen den ostasiatischen Ländern China, Japan und Korea eine hohe Vernetzung bestand. Für jedes Land zählten die jeweils anderen beiden Länder zu den TOP 3-Kooperationspartnern. Innerhalb der Gruppe der ASEAN-Länder gab es darüber hinaus stärkere Kooperationstendenzen.

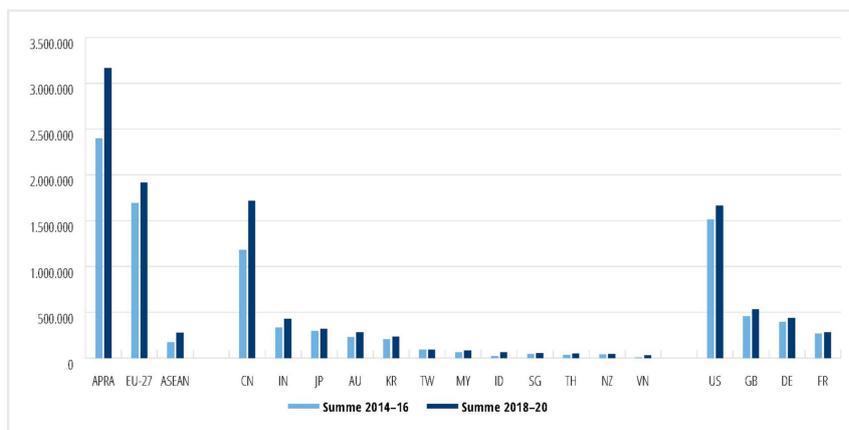
Die Bereitschaft zur technologischen Kooperation, die anhand der Ko-Patente gemessen werden kann, war im APRA-Raum deutlich geringer ausgeprägt als

die zur wissenschaftlichen Zusammenarbeit. Relativ starkes Kooperationsinteresse bestand in technologisch weniger entwickelten Länder wie Vietnam, Indonesien, Philippinen und Thailand. Technologisch stärker entwickelte Länder im APRA-Raum wie Japan und Korea sowie die Benchmark-Länder schienen aufgrund der Anwendungsnähe der Patente, die als Vorstufe von Produkten gelten, und der damit verbundenen Konkurrenzsituation, weniger Interesse an Ko-Patenten zu zeigen.

Um die Intensität der Zusammenarbeit im APRA-Raum zu bewerten, entwickelte Fraunhofer ISI einen Kohäsionsindex, der als Kompositindikator mehrere Einzelindikatoren umfasste. Dazu zählen die Forschendenmigration (Inbound- und Outbound-Migration), Hochschulkooperationen, inländische Studierende im Ausland sowie ausländische Studierende im Inland, Ko-Patente, Ko-Publikationen sowie Exportströme. Der Kohäsionsindex wurde außerdem in zwei Sub-Dimensionen unterteilt, und zwar in Kooperation über Köpfe und Kooperation über Projekte (Frietsch et al 2018: 23-28). Bezogen auf den o.g. Zeitraum zeigt die Untersuchung eine Zunahme der Kohäsion insgesamt, die sich allerdings deutlich stärker über Köpfe (Forschendenmigration, Hochschulkooperationen, inländische Studierende im Ausland und ausländische Studierende im Inland) als über Projekte (Ko-Patente und Ko-Publikationen sowie Exportströme) entwickelte.

Im Monitoringbericht von Dezember 2022 (Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b) wurde die wissenschaftlich-technologische Bedeutung des APRA-Raums erneut aufgegriffen. Im Mittelpunkt stand ein quantitativer Vergleich der Publikationen in den USA und den Ländern der EU-27 mit den wissenschaftlichen Veröffentlichungen im APRA-Raum. Dieser machte u.a. deutlich, dass der Vorsprung des APRA-Raums vor allem auf die rasante Ausweitung der chinesischen Publikationen zurückzuführen war. So erhöhte sich der Vorsprung des APRA-Raums gegenüber der EU-27 von 40 Prozent im Zeitraum 2014-2016 auf 65 Prozent im Zeitraum 2018-2020. Gegenüber den USA stieg der Vorsprung in den genannten Zeiträumen sogar von 60 Prozent auf 90 Prozent (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1. Publikationsaufkommen in den APRA-Ländern



Quelle: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS, Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b: 15.

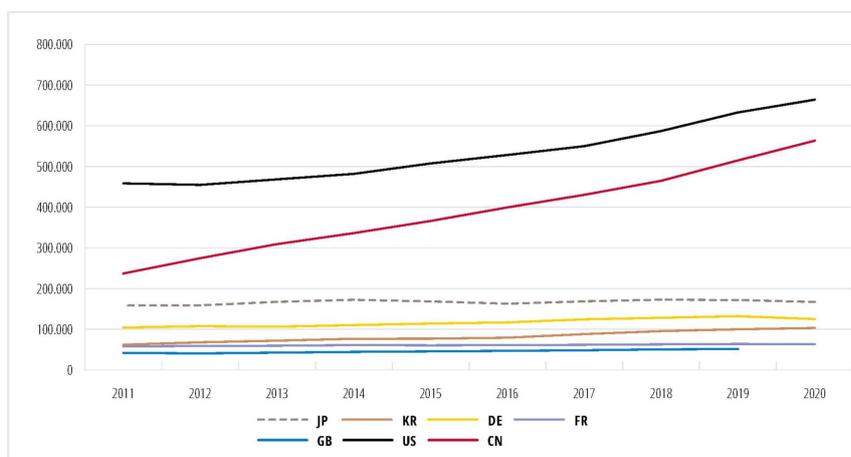
Innerhalb des APRA-Raums hatten neben China vor allem Indien, Japan, Australien und Korea ein Publikationsaufkommen, das vergleichbar hoch war wie das europäischer Mitgliedsstaaten – mit Ausnahme von Großbritannien (Abbildung 1). Das Bild ändert sich jedoch drastisch, wenn die Bevölkerungszahl berücksichtigt wird. Bezogen auf die Pro-Kopf-Publikationsleistung führten Australien, Singapur und Neuseeland die Liste an. Ein anderer wichtiger Indikator im internationalen Vergleich ist die Qualität der Veröffentlichungen, die mit Hilfe der Zitationsrate bewertet werden kann. Bei diesem Indikator schnitten zwar Singapur gefolgt von Australien am besten ab, aber auch China wies eine Performanz auf, die nur wenig hinter der von Deutschland und auf Augenhöhe mit Frankreich lag.

Positionswechsel im APRA-Raum: Japan und China

Der internationale Aufstieg Chinas als Wirtschafts- und Wissenschaftsmacht veränderte auch die Rangfolge der APRA-Länder in der Region. Bereits im Jahr 2010 übernahm China die Position Japans als zweitgrößte Wirtschaftsmacht weltweit. Eine vergleichbare Entwicklung fand mit einer Zeitverzögerung in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Innovation statt. Während Japans Ausgaben für FuE stagnierten, verdoppelte China seine Investitionen und näherte sich dem Ausgabenniveau der USA an (Abbildung 2).^[2]

² Bezogen auf die Bevölkerungszahl erreichte Chinas FuE-Intensität im Jahr 2020 allerdings erst einen Wert von 2,4 Prozent, während Japans Wert bei 3,3 Prozent lag und Korea sogar einen Spitzenwert von 4,8 Prozent erreichte (Kroll et al. 2022c).

Abbildung 2. FuE-Ausgaben, 2011-2020 (in USD)



Quelle: Kroll et al. 2022c: 9.

Chinas absoluter Anstieg der Ausgaben für die Grundlagenforschung war ebenfalls bemerkenswert. Bei Realisierung der im 14. Fünfjahresplan angekündigten Ausgabensteigerungen (von 6 auf 8 Prozent) wurde außerdem damit gerechnet, dass China in die Grundlagenforschung 2025 mehr als doppelt so viel wie Japan investieren würde. Der Hauptanteil der FuE-Ausgaben Chinas entfiel auch im Jahr 2020 auf die experimentelle Entwicklung, nur ein geringer Prozentanteil auf angewandte Forschung. Zu den Schwerpunkten der FuE-Ausgaben gehörten Computer, Elektronik und optische Geräte, Maschinenbau, Elektrotechnik, Metallverarbeitung, Automotive und Chemie (Kroll et al. 2022a: 10-11, 18). Auch bei der technologischen Performanz, die näherungsweise mit Hilfe von Patentanalysen ermittelt wird, löste China bereits im Jahr 2018 Japan als führende Nation von Patentanmeldungen im APRA-Raum ab. Im regionalen Vergleich führt Chi-

na seither die Gruppe der wichtigsten Patentanmelder an, gefolgt von Japan und Korea (Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b: 16-17).

Die bibliometrische Analyse der Fachpublikationen Chinas spiegelt quantitative und qualitative Verbesserungen wider. Der Vergleich des Publikationsaufkommens im APRA-Raum (hier Australien, China, Indien, Japan, Korea, Malaysia, Neuseeland, Taiwan, Thailand und Vietnam) zeigt den besonders schnellen Anstieg der chinesischen Veröffentlichungen in den Zeiträumen 2014-2016 und 2018-2020 (Abbildung 1). Das Bild ändert sich, wenn die Exzellenzrate der Publikationen^[3] betrachtet wird. Hierbei lag China im Mittelfeld (Platz 7 von 16 Ländern) im regionalen und internationalen Vergleich in den Zeiträumen 2012-2014 sowie 2016-2018, während Singapur, Großbritannien und Australien, die USA, Neuseeland und Deutschland die Liste anführten. Chinas Exzellenzrate stieg im Zeitraum 2016-2018 gegenüber dem Zeitraum 2012-2014 deutlich an, die der USA und Deutschlands waren rückläufig. Ob die Exzellenzrate im Falle Chinas tatsächlich die Qualität der Forschung widerspiegelt, ist umstritten. Kritisiert wird, dass das chinesische Wissenschaftssystem stark selbstreferenziell geblieben sei, da die Zitationen vor allem von anderen Forschenden innerhalb Chinas stammten. Unser Monitoring kommt jedoch zu dem Schluss, dass selbst bei Berücksichtigung dieser Einschränkung China in der internationalen Sichtbarkeit wissenschaftlicher Publikationen enorme Fortschritte erzielt hat.

³ Die Exzellenzrate wird in diesem Fall definiert als der Anteil an allen Publikationen in den 10 Prozent der weltweit am meisten zitierten Veröffentlichungen.

Trotz des Positionswechsels an der Spitze der Wissenschafts- und Technologieentwicklung im APRA-Raum behält Japan seine große Bedeutung im regionalen sowie globalen Vergleich. Im Monitoringbericht zu Japan (Kroll et al. 2022c) wurden die Hintergründe für die teilweise mangelnde Dynamik im japanischen Wissenschaftssystem und der wachsende Reformdruck auf die Hochschulen analysiert, sich schneller zu internationalisieren. Gleichzeitig stellte der Bericht die neuen Strategien und Maßnahmen der japanischen Regierung vor, die bestehenden Herausforderungen zu bewältigen. Der Monitoringbericht kommt zu dem Schluss, dass Japan – ähnlich wie Deutschland – seine Technologiesouveränität gegenüber China in Schlüsselbereichen verbessern und seine Kooperation mit sogenannten Wertepartnern verstärken müsste (Kroll et al. 2022c: 46-47).

Zu den Aufholerländern im regionalen Wissenschafts- und Technologiewettbewerb gehören Korea und Indien. Als viertgrößte Volkswirtschaft nach China, Japan und Indien sticht Korea mit hohen FuE-Investitionen insgesamt und der höchsten FuE-Intensität (4,8 Prozent im Jahr 2020) hervor. Der Anstieg wissenschaftlicher Veröffentlichung Koreas lag bei 85 Prozent im Zeitraum 2011-2021, allerdings betrug der Anteil des Landes an den weltweiten Veröffentlichungen lediglich 3 Prozent (Kroll et al. 2023a: 10-11). Indien dagegen konnte seine Position der Publikationsaufkommen mit dem Aufstieg auf Rang 2 im regionalen Vergleich verbessern, lag aber bei den FuE-Ausgaben und der FuE-Intensität (2020: 0,65 Prozent) weit hinter dem Wachstum seines Bruttoinlandprodukts zurück (Kroll et al. 2021: 35; Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b: 15).

Wissenschafts- und Technologieperformanz in ausgewählten Feldern

Zu den zentralen Aufgaben des APRA-Monitorings gehörte es, die Wissenschafts- und Technologieentwicklung der APRA-Länder insgesamt und in Bezug auf ausgewählte Technologien zu bewerten. Dabei wird entsprechend des technologischen Reifegrades zwischen Zukunfts-, Schlüssel- und Basistechnologien unterschieden, obwohl diese Kategorien fließend ineinander übergehen (BDI 2023). Charakteristische Merkmale der Schlüsseltechnologien sind ihre „Enabler“-Funktion, ihre strukturverändernden Wirkungen und eine hohe Bedeutung für Wohlstand und Wertschöpfung. Im internationalen Vergleich besteht eine große Übereinstimmung in der Auflistung folgender Schlüsseltechnologien: künstliche Intelligenz, Quantentechnologien, Biotechnologie, Mikroelektronik/Halbleiter, Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie Produktionstechnologien/Industrie 4.0 (Falck und Falck 2024: 2).

Charakteristisch für die Länder im APRA-Raum sind ihre akademische Schwerpunktsetzung auf Natur- und Ingenieurwissenschaften und damit verbundene Publikationen. Diese weisen Spezialisierungen in folgenden Feldern auf: Elektrotechnik, Informatik, Mess-, Steuer-, Regeltechnik sowie bestimmte Chemiebereiche und Maschinenbau (Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b: 22). Bei den inhaltlichen Schwerpunkten im Bereich Technologie gab es Spezialisierungen auf Halbleiter, audiovisuelle Technik, Optik, elektrische Maschinen und Anlagen, Telekommunikation, digitale Kommunikation, Chemie/Kunststoffe, Oberflächen und Materialien. Absolut betrachtet spiegeln sich in den Patentanmeldungen vor allem Stärken bei digitalen Kommunikationstechnologien und Computertechnologie sowie in Bereichen der organischen Chemie und Pharmazie wider. Sowohl das Publikations- als auch das Patentaufkommen der APRA-Länder überstieg in den meisten der o.g. Felder das jeweilige Aufkommen der USA und der EU (Kroll, Schäfer und Knüttgen 2022b: 14-25).

Die führenden APRA-Länder haben in der letzten Dekade nicht nur bei traditionellen Technologien aufgeholt, sondern auch bei Schlüsseltechnologien. Die vergleichende Analyse der Forschungsperformanz fokussierte im zweiten Monitoringbericht 2020 auf die Felder Industrielle Biotechnologie, Nano-Technologie, Mikroelektronik, Photonik, neue Wertstoffe, fortschrittliche Produktionstechnologien, Bioökonomie und erneuerbare Energien. Für die Bestimmung der Rangfolge in diesen Feldern wurden Veröffentlichungen und Patentanmeldungen der APRA-Länder China, Japan, Korea, Indien und der ASEAN sowie der Benchmark-Länder USA, EU-28/27 und Deutschland verglichen. China stand bei diesem Vergleich in allen Feldern an der Spitze der Veröffentlichungen, gefolgt von den EU-Ländern (mit bzw. ohne Großbritannien) und den USA. Auffällig ist, dass Indien bei fast allen Feldern den vierten Platz belegte, noch vor Japan und Korea sowie Deutschland (Abbildung 3).

Abbildung 3. Ranking Publikationen (Scopus, inkl. Ländergruppen)

(2018)	INDUSTRIELLE BIOTECHNOLOGIE	NANOTECHNOLOGIE	MIKRO-ELEKTRONIK	PHOTONIK	NEUE WERKSTOFFE	FORTSCHRITTLICHE PRODUKTION	BIÖKONOMIE	ERNEUERBARE ENERGIE
China	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Japan	9.	7.	6.	8.	7.	11.	7.	9.
Korea	6.	5.	8.	12.	6.	9.	8.	6.
Indien	4.	3.	4.	4.	4.	4.	4.	4.
ASEAN	5.	9.	9.	10.	10.	7.	9.	8.
USA	3.	4.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
(EU-28) / EU-27	(1.)/2.	(2.)/2.	(2.)/2.	(2.)/2.	(2.)/2.	(2.)/2.	(1.)/2.	(2.)/2.
Deutschland	7.	6.	5.	6.	5.	5.	5.	5.

Quelle: Kroll et al. 2020: 17.

Anmerkung: APRA-Länder sowie Länder der Vergleichsgruppe absteigend geordnet nach absoluten FuE-Ausgaben.

Die Rangfolge bei transnationalen Patentanmeldungen, die am Europäischen Patentamt für europäische Länder oder als Patent Cooperation Treaty (PCT) für außereuropäische Länder eingereicht werden, ergab ein anderes Bild: Hier führten Japan, die USA und teilweise die EU-28/27, während China nur bei Mikroelektronik auf Rang 2 und ansonsten in der Rangfolge auf dem vierten und fünften Platz zu finden war. Deutschland schnitt in diesem Vergleich relativ schlecht ab, lag aber in den meisten Feldern vor Korea und Indien. Die Performanz der meisten ASEAN-Mitgliedsstaaten hinkte sowohl bei Publikationen als auch bei Patentanmeldungen der Entwicklung in den anderen Ländern hinterher; nur bei Patentanmeldungen erreichte die ASEAN teilweise bessere Platzierungen als Indien (Abbildung 4).

Abbildung 4. Ranking Patentanmeldungen (transnational, inkl. Ländergruppen)

(2017)	INDUSTRIELLE BIOTECHNOLOGIE	NANOTECHNOLOGIE	MIKRO-ELEKTRONIK	PHOTONIK	NEUE WERKSTOFFE	FORTSCHRITTLICHE PRODUKTION	BIÖKONOMIE	ERNEUERBARE ENERGIE
China	4.	4.	2.	4.	4.	5.	4.	5.
Japan	2.	3.	1.	1.	1.	2.	3.	2.
Korea	6.	6.	5.	6.	6.	6.	6.	7.
Indien	11.	13.	12.	14.	11.	10.	11.	10.
ASEAN	13.	8.	9.	10.	9.	13.	12.	11.
USA	1.	1.	3.	3.	3.	3.	1.	3.
(EU-28) / EU-27	(3.)/3.	(2.)/2.	(4.)/4.	(2.)/2.	(2.)/2.	(1.)/1.	(2.)/2.	(1.)/1.
Deutschland	5.	7.	6.	5.	5.	4.	5.	4.

Quelle: Kroll et al. 2020: 17.

Anmerkungen: APRA-Länder sowie Länder der Vergleichsgruppe absteigend geordnet nach absoluten FuE-Ausgaben.

Dass der APRA-Raum bei Schlüsseltechnologien im internationalen Vergleich bereits im Jahr 2018 von zentraler Bedeutung war, zeigte sich auch am (feldübergreifenden) Anteil an allen Schlüsseltechnologien der o.g. APRA-Länder von 37,1 Prozent; auf China entfiel ein Anteil von 21,5 Prozent (Kroll et al. 2020: 18).

Das Beispiel erneuerbarer Energien und Wasserstofftechnologien

Die Entwicklung und Nutzung erneuerbarer Energien, insbesondere von Wasserstoff, hat für die APRA-Länder eine hohe Relevanz (Kroll et al 2023b: 8). Die von allen Ländern angestrebte Dekarbonisierung der Energiewirtschaft erfordert die Entwicklung und Einführung neuer Energieträger und Produktionsverfahren. Wasserstofftechnologien spielen dabei eine zunehmende Bedeutung. Bei den wissenschaftlichen Veröffentlichungen zu erneuerbaren Energien im APRA-Raum nimmt China mit einem Anteil von mehr als 50 Prozent eine Schlüsselrolle ein; das Land liegt bei den Publikationen deutlich vor der EU-27 und den USA. Weitere Länder mit einem relativ hohen Publikationsaufkommen sind Indien, Japan, Korea und Australien. Die Patententwicklung bei erneuerbaren Energien zeigt ebenfalls die enorme Bedeutung des APRA-Raums, in dem deutlich mehr transnationale Patente zu erneuerbaren Energien angemeldet wurden als in der EU-27 und als in den USA. Während im APRA-Raum der Fokus von Wissenschaft und Technologie fast ausschließlich auf Solarenergie lag, dominierte in den Ländern der EU-27 die Windenergie (Kroll et al. 2023b: 15-19).

Die globale Verschiebung der wissenschaftlich-technologischen Aktivitäten hin zum APRA-Raum wird beim Blick auf die Entwicklung von Wasserstofftechnologien offensichtlich. So lag beispielsweise die Zahl der wissenschaftlichen Publikationen im Zeitraum 2019-2021 im APRA-Raum um 150 Prozent höher als in den Ländern der EU-27. Innerhalb des APRA-Raums entfielen auf chinesische Publikationen zirka 65 Prozent der Veröffentlichungen, höhere Anteile trugen auch Indien (10 Prozent), Japan (8,7 Prozent) und Korea (8,5 Prozent) bei. Thematisch lag der Schwerpunkt auf der Erzeugung, Speicherung und Lagerung von Wasserstoff, während Fragen zur Verteilung und Nutzung weniger berücksichtigt wurden. Die Expansion der transnationalen Patente im Bereich Wasserstofftechnologien wurde vor allem von Japan vorangetrieben, gefolgt von Korea und China. Im internationalen Vergleich meldete Japan eineinhalbmal so viele Patente wie Deutschland an; Patentanmeldungen von Korea und China lagen deutlich über der Zahl der Anmeldungen Frankreichs oder Großbritanniens.

Welche staatlichen Strategien und Maßnahmen der Förderung internationaler Kooperation zur Entwicklung von Wasserstofftechnologien eingesetzt wurden, zeigte die Politikanalyse mit Beispielen von acht Standorten (China, Japan, Korea, Singapur, Australien, Indien, Neuseeland und Taiwan) im APRA-Raum. Im Folgenden wird der Blick auf China, Japan und Korea gerichtet. Entsprechend der großen Bedeutung, die dem Wasserstoffsektor für die aktuelle bzw. zukünftige Energieversorgung in diesen Ländern zugewiesen wurde, verfolgten sie komplexe mittel- und langfristige Entwicklungspläne sowie ambitionierte FuE-Aktivitäten. Eine Herausforderung bleibt der noch immer hohe Anteil fossiler Brennstoffe am Energiemix, insbesondere von Kohle und Naturgas. Dies trifft beispielsweise auf China zu, aber auch auf Japan, Korea, Singapur, Taiwan und Indien. Selbst in Australien wurde die Herstellung von „sauberem Wasserstoff“ teilweise mit Hilfe fossiler Brennstoffe durchgeführt. Nur Neuseeland weist dafür eine entsprechende Ausstattung mit erneuerbaren Energien wie Wasserkraft auf (Kroll et al. 2023b: 28-48).

China beispielsweise legte für die Entwicklung seiner Wasserstoffindustrie einen eigenen langfristigen Plan (2021-2035) vor, in dem Wasserstoff als wichtiger Bestandteil der nationalen Energieversorgung und Treiber der Transformation des Energiesystems hin zu kohlenstoffarmen Energieträgern definiert wurde. Das Streben nach technologischer Führerschaft wird durch zahlreiche Projekte im Rahmen des nationalen FuE-Schlüsselprogramms für Wasserstoff gefördert, auch wurden die großen Staatsunternehmen zur Entwicklung eigener Wasserstoffstrategien aufgefordert. Aktuell wird Wasserstoff hauptsächlich im Industrie- und Verkehrssektor verwendet. Die internationale Wasserstoffkooperation Chinas beschränkt sich auf wenige Länder, vor allem auch bedingt durch die geopolitischen Spannungen mit den USA, die Chinas Politik einer eigenständigen Technologieentwicklung verstärkt hat. Kooperationsaktivitäten zwischen Deutschland und China in diesem Bereich waren beschränkt auf den Experten-austausch und Demonstrationsprojekte, die sich vorrangig auf Fahrzeuge mit Wasserstoffantrieb bezogen.

In Japans Vision einer CO₂-neutralen Gesellschaft spielt Wasserstoff ebenfalls eine Schlüsselrolle. Wasserstoff soll im Energiesektor, in der Eisen- und Stahlindustrie, der Herstellung von Elektrolyseanlagen sowie der Entwicklung von Wasserstoffantrieben für Flugzeuge und Schiffe eingesetzt werden. Auch im Bereich Mobilität wird auf Wasserstoff gesetzt, und zwar auf die Herstellung von Wasserstoffzellen für Fahrzeuge. Als Nettoimporteure von Wasserstoff verfolgt Japan das Ziel, eine umfassende internationale Lieferkette für Wasserstoff aufzubauen, einschließlich Transport- und Speicherinfrastruktur. Kooperationspartner hierbei sind Australien, Brunei und die Vereinigten Emirate sowie Norwegen. Japan kooperiert bei der Entwicklung von Wasserstofftechnologien ebenfalls mit den USA und europäischen Ländern, insbesondere auch mit Deutschland.

Auch Indien hat ambitionierte Ziele für die Entwicklung einer Wasserstoffwirtschaft, wie die Mitte 2021 vorgestellte National Hydrogen Mission zeigte. Danach soll sich Indien zu einem globalen Zentrum für die gesamte Wertschöpfungskette von Wasserstoff und Brennstoffzellen entwickeln. Die Planung sieht bis zum Jahr 2030 ein Produktionsvolumen von 5 Mio. Tonnen grünen Wasserstoffs vor, der vor allem zur Dekarbonisierung der Schwerindustrie wie Stahl und Zement und als Antriebsstoff für die E-Mobilität eingesetzt werden soll. Für die Umsetzung der Ziele sind hohe Investitionen und Steueranreize für Unternehmen in der Herstellung, Distribution und Speicherung vorgesehen. Internationale Kooperationen bestehen auf Unternehmensebene zwischen Konzernen aus Indien, Europa und den USA bei der Kommerzialisierung grüner Wasserstofftechnologien. Auf Länderebene besteht im Rahmen der deutsch-indischen Energiepartnerschaft unter anderem eine Zusammenarbeit bei Wasserstoff.

Deutschlands Kooperationen im APRA-Wissenschaftsraum

Die Zusammenarbeit Deutschlands mit Ländern des APRA-Raums weist große Unterschiede hinsichtlich Intensität und Themenfeldern auf. China hatte als Standort für Wissenschafts-, Technologie- und Innovationsentwicklung in den letzten Dekaden enorm an Attraktivität für deutsche Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen gewonnen. Allerdings verstärkte der Aufstieg des

Landes als Wissenschaftsmacht gleichzeitig die Ängste vor einer Abhängigkeit von China und einer ungleichen Verteilung des Nutzens aus bilateralen Kooperationen. Darüber hinaus schürten die geopolitischen Spannungen zwischen den USA und China sowie die engen Beziehungen des Landes mit Russland das Misstrauen gegenüber China. Vor diesem Hintergrund empfahl die Bundesregierung im Sommer 2023 in ihrer China-Strategie ein De-Risking und damit verbunden eine Diversifizierung der Kooperationspartner ([Auswärtiges Amt 2023: 52](#)).

Mit Japan besteht bereits seit dem Jahr 1974 eine offizielle wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit (WTZ), eine Vernetzung über Ko-Patente und eine breite Palette von Kooperationsthemen, zu denen zuletzt künstliche Intelligenz, autonomes Fahren und Wasserstoff hinzugekommen sind. Wie oben erwähnt, mangelt es der Wissenschafts- und Technologieentwicklung Japans allerdings an der notwendigen Dynamik. Deutschland und Korea kooperieren seit Mitte der 1980er-Jahre im Rahmen eines WTZ-Abkommens vor allem in den Feldern Lebenswissenschaften, Informations- und Kommunikationstechnologien, Nanotechnologie, Materialforschung sowie physikalische und chemische Technologien. Zwar liegt Korea beim wissenschaftlichen Publikationsaufkommen noch hinter Deutschland zurück, doch sind die technologischen Kompetenzen beider Länder in vielen Bereichen komplementär, und Korea ist bei künstlicher Intelligenz und der digitalen Transformation ein sehr interessanter Partner für Deutschland. Mit Indien bilden neben dem WTZ-Abkommen die alle zwei Jahre stattfindenden Regierungskonsultationen den Rahmen für bilaterale Kooperationen. Obwohl sich Indien bei den FuE-Investitionen, beim Publikationsaufkommen und bei Patenten weitgehend noch im Aufholprozess befindet, werden hohe Potenziale für die Zusammenarbeit gesehen. Diese betreffen vor allem die Zusammenarbeit im IT-Bereich, aber auch bei Chemie, erneuerbaren Energien, Maschinenbau, Nanotechnologie, Bioökonomie und Raumfahrt.

Unter dem Aspekt der Wissenschafts- und Technologieperformanz haben sich im APRA-Raum vor allem Japan, Indien und Korea sowie Australien, Singapur und Neuseeland als relativ gleichwertige bzw. komplementäre Partner für deutsche Akteure angeboten. Diese Länder standen auch im Fokus des APRA-Monitorings. Die Ausweitung des Monitorings auf weitere Länder und Standorte sowie spezielle Themenbereiche wurde mit den Berichten zur ASEAN ([Kroll et al. 2024a](#)) und zur Demographie- und Fachkräfteentwicklung im APRA-Raum ([Kroll et al. 2024b](#)) begonnen. Dabei wurde deutlich, dass auch in den ASEAN-Mitgliedsstaaten, insbesondere Singapur, Malaysia, Thailand und Vietnam rasch wachsende Kooperationspotenziale bestehen, die durch ein Monitoring sichtbar gemacht werden können.

Die Diversifizierung der deutschen Wissenschaftskooperation im APRA-Raum ist ein wichtiger Schritt, um neue Potenziale zu erschließen. Sie sollte nicht nur fortgesetzt, sondern weiter ausgebaut werden. Gleichzeitig sollte die Zusammenarbeit mit China als größter Wissenschafts- und Technologiemacht im APRA-Raum und in vielen Forschungsfeldern gleichauf mit den USA im eigenen und globalen Interesse fortgeführt werden. So ist China ein wichtiger Forschungspartner für die Bewältigung grenzüberschreitender Herausforderungen wie Klima- und Umweltschutz und Standort von modernsten Großforschungsinfrastrukturu-

ren. Die veränderten geopolitischen Rahmenbedingungen verlangen jedoch von deutschen Forschungseinrichtungen und Hochschulen neue Formen der verantwortungsvollen Kooperation, die auf den Prinzipien der Wissenschaftsfreiheit, Integrität, Transparenz und Reziprozität basieren müssen.

Literatur

Auswärtiges Amt (2023), *China Strategie der Bundesregierung*, Zugriff 30. September 2023.

BDI (Bund Deutscher Industrie) (2023), *Schlüsseltechnologiedefinition der deutschen Industrie*, 28. Mai, Zugriff 16. Juni 2024.

Falck, Oliver und Svenja Falck (2024), *Schlüsseltechnologien im Fokus, Rat für technologische Souveränität*, Zugriff 15. Juni 2024.

Frietsch, Rainer, Peter Neuhäusler, Axel Karpenstein, Marcus Conlé, Yun Schüler-Zhou, Margot Schüller und Iris Wieczorek (2018), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) mit Schwerpunkt China*, 1. Bericht, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 15. Januar 2019.

Kroll, Henning, Margot Schüller, Christian Schäfer, Naomi Knüttgen, Martina Neuländtner und Thomas Scherngell (2024a), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Länderbericht ASEAN mit Schwerpunkt Malaysia und Thailand*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 30. Mai 2024.

Kroll, Henning, Chiara Ferrante, Margot Schüller, Iris Wieczorek, Christian Schäfer und Naomi Knüttgen (2024b), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Demographische Herausforderungen, Fachkräftebedarf und -migration im Asiatisch-Pazifischen Raum*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 30. Mai 2024.

Kroll, Henning, Iris Wieczorek, Christian Schäfer, Naomi Knüttgen, Margot Schüller, Oliver Rothengatter und Valeria Maruseva (2023a), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Koreas Wissenschafts-, Technologie- und Innovationspolitik*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 30. Mai 2024.

Kroll, Henning, Margot Schüller, Iris Wieczorek, Marcus Conlé, Christian Schäfer und Laura Méndez Prencke (2023b), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA): Ausbau und Förderung erneuerbarer Energien im Asiatisch-Pazifischen Forschungsraum mit Schwerpunkt Wasserstofftechnologien*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 30. Mai 2024.

Kroll, Henning, Margot Schüller, Marcus Conlé, Christian Schäfer und Naomi Knüttgen (2022a), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Chinas Wissenschafts- und Technologiepolitik: Förderung von Hochtechnologie und technologischer Unabhängigkeit*, Berlin/Bonn: BMBF, DLR, Zugriff 15. Januar 2024.

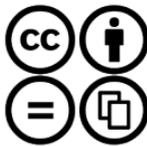
Kroll, Henning, Christian Schäfer und Naomi Knüttgen (2022b), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Der asiatisch-pazifische Forschungsraum: Aktuelle Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 15. Januar 2024.

Kroll, Henning, Iris Wieczorek, Margot Schüller, Christian Schäfer und Naomi Knüttgen (2022c), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Japans Wissenschafts-, Technologie- und Innovationspolitik*, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 15. Januar 2024.

Kroll, Henning, Margot Schüller, Marcus Conlé, Kerstin Cuhls, Naomi Knüttgen, Peter Neuhäusler, Christian Schäfer, Rajnish Tiwari und Oliver Rothengatter (2021), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA) – Schwerpunkt Indien*, 3. Bericht, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 30. Januar 2022.

Kroll, Henning, Marcus Conlé, Julia Hillmann, Peter Neuhäusler und Iris Wieczorek (2020), *Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA)*, 2. Bericht, Berlin/Bonn: BMBF/DLR, Zugriff 15. Januar 2021.

Impressum



Der GIGA Focus ist eine Open-Access-Publikation. Sie kann kostenfrei im Internet gelesen und heruntergeladen werden unter www.giga-hamburg.de/de/publikationen/giga-focus und darf gemäß den Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz Attribution-No Derivative Works 3.0 frei vervielfältigt, verbreitet und öffentlich zugänglich gemacht werden. Dies umfasst insbesondere: korrekte Angabe der Erstveröffentlichung als GIGA Focus, keine Bearbeitung oder Kürzung.

Das German Institute for Global and Area Studies (GIGA) – Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien in Hamburg gibt Focus-Reihen zu Afrika, Asien, Lateinamerika, Nahost und zu globalen Fragen heraus. Der GIGA Focus wird vom GIGA redaktionell gestaltet. Die vertretenen Auffassungen stellen die der Autorinnen und Autoren und nicht unbedingt die des Instituts dar. Die Verfassenden sind für den Inhalt ihrer Beiträge verantwortlich. Irrtümer und Auslassungen bleiben vorbehalten. Das GIGA und die Autorinnen und Autoren haften nicht für Richtigkeit und Vollständigkeit oder für Konsequenzen, die sich aus der Nutzung der bereitgestellten Informationen ergeben.

Das GIGA dankt dem Auswärtigen Amt und der Freien und Hansestadt Hamburg (Behörde für Wissenschaft, Forschung, Gleichstellung und Bezirke) für die institutionelle Förderung.

- Editor GIGA Focus Asien: Prof. Dr. Heike Holbig
- Editorial Department: Petra Brandt, Dr. James Powell

GIGA | Neuer Jungfernstieg 21
20354 Hamburg
[www.giga-hamburg.de/de/
publikationen/giga-focus](http://www.giga-hamburg.de/de/publikationen/giga-focus)
giga-focus@giga-hamburg.de

G I G A
German Institute for Global and Area Studies
Leibniz-Institut für Globale und Regionale Studien