



Kooperation
international

BEAUFTRAGT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Monitoring des Asiatisch-Pazifischen Forschungsraums (APRA)

Der asiatisch-pazifische Forschungsraum:
Aktuelle Entwicklungen in Wissenschaft und
Technologie



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.

Der asiatisch-pazifische Forschungsraum: Aktuelle Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie

Henning Kroll, Christian Schäfer, Naomi Knüttgen

unter wesentlicher Mitarbeit von: Oliver Rothengatter

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	7
<hr/>	
Kapitel 1: Allgemeine Übersicht über den asiatisch-pazifischen Forschungsraum (APRA)	8
<hr/>	
Wirtschaftlicher Entwicklungsstand und Investitionen in Forschung und Entwicklung	8
Exporte und Handelsbilanzen	10
Exporte und Handelsbilanzen im Bereich technologischer Güter	11
Kapitel 2: Wissenschaftlich-technologische Performanz	14
<hr/>	
Wissenschaftliche Performanz und Vernetzungsgrad.....	14
Wissenschaftliche Qualität.....	14
Technologische Performanz und Vernetzungsgrad.....	16
Inhaltliche Schwerpunkte.....	18
Inhaltliche Schwerpunkte im Bereich Wissenschaft.....	18
Inhaltliche Schwerpunkte im Bereich Technologie.....	20

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 3: Integration der asiatisch-pazifischen Länder in den asiatisch-pazifischen Forschungsraum	26
Anteil APRA an der wissenschaftlichen Kooperation einzelner APRA-Länder	26
Anteil APRA an der technologischen Kooperation einzelner APRA-Länder	27
Anteil APRA an der wirtschaftlichen Kooperation einzelner APRA-Länder	30
Integration asiatisch-pazifischer Länder in den APRA über Studierendenmobilität	31
 Kapitel 4: Aufenthalte von Studierenden und Wissenschaftler:innen aus dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum (APRA) in Deutschland	 36
 Zusammenfassung	 40
Wissenschaftliche Verflechtungen	40
Technologische Verflechtungen	40
Wirtschaftliche Verflechtungen	41
Akademischer Austausch	41
 Anhang	 42
 Impressum	 50

Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1:	Wirtschaftlicher Entwicklungsstand der APRA-Länder	9
Abbildung 2:	Ausgaben für Forschung und Entwicklung in den APRA-Ländern	9
Abbildung 3:	Exportquote und -struktur, Handelsbilanz der APRA-Länder, 2020	12
Abbildung 4:	Relative Handelsbilanzen der APRA-Länder nach Technologien, Mittel 2018–20	12
Abbildung 5:	Publikationsaufkommen in den APRA-Ländern	15
Abbildung 6:	Anteil der internationalen Ko-Publikationen an allen Publikationen	15
Abbildung 7:	Feldkorrigierte Zittrate und Exzellenzrate in den APRA-Ländern	17
Abbildung 8:	Entwicklung der Exzellenzrate akademischer Publikationen aus APRA-Ländern	17
Abbildung 9:	Transnationales Patentaufkommen in den APRA-Ländern	19
Abbildung 10:	Anteil der Ko-Patente an allen transnationalen Patentanmeldungen	19
Abbildung 11:	Entwicklung des Publikationsaufkommens im asiatisch-pazifischen Forschungsraum; nach Disziplinen; Publikationsaufkommen nach führenden Ländern; nach Disziplinen	22
Abbildung 12:	Entwicklung des transnationalen Patentaufkommens im asiatisch-pazifischen Forschungsraum; nach Disziplinen; Transnationales Patentaufkommens nach führenden Ländern; nach Disziplinen	24
Abbildung 13:	Anteile zentraler Weltregionen an allen Ko-Publikationen der APRA-Länder sowie ausgewählter Vergleichsländer	28
Abbildung 14:	Anteile zentraler Weltregionen an allen Ko-Patenten der APRA-Länder sowie ausgewählter Vergleichsländer	29
Abbildung 15:	Rolle der Region als Handelspartner im Vergleich zur Rolle anderer zentraler Weltregionen	32
Abbildung 16:	Relative Handelsbilanzen der APRA-Länder bzw. ausgewählter Vergleichsländer mit dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum	33
Abbildung 17:	Prozentualer Anteil der Region (außer China und Singapur) als Zielregion für international mobile Studierende aus den APRA- und Benchmark-Ländern für die Jahre 2015–19	35
Abbildung 18:	Anteile der Studierenden und der Professor:innen einzelner APRA-Länder an allen internationalen Studierenden und Professor:innen in Deutschland, 2020	39
Abbildung A1:	Anteil Deutschlands an den Ko-Publikationen ausgewählter Länder	47
Abbildung A2:	FuE-Gesamtausgaben nach Ausgabentypen, 2019	48
Abbildung A3:	FuE-Ausgaben nach verausgabendem Sektor, 2019	48
Abbildung A4:	Anteil Deutschlands an den Ko-Patenten ausgewählter Länder	49
Tabelle 1:	Anzahl international mobiler Studierender aus den APRA- und Benchmark-Ländern in die Region (außer China und Singapur) und in Benchmark-Ländern für die Jahre 2015–19	31
Tabelle 2:	Anteile der Master-Studierenden und Promovierenden aus APRA-Ländern an allen APRA-Studierenden in jeweiliger Karrierestufe und Fächergruppe	37
Tabelle A1:	Zentrale Kennziffern der APRA-Länder	42
Tabelle A2:	Zentrale Kennziffern der Vergleichsländer	43
Tabelle A3:	Hauptkooperationspartner der APRA-Länder	44
Tabelle A4:	Hauptkooperationspartner der APRA-Länder	44
Tabelle A5:	Exportpartner der APRA-Länder	45
Tabelle A6:	Importpartner der APRA-Länder	45
Tabelle A7:	Durchschnittswerte der prozentualen Verteilung der Studierendenmobilität aus APRA-Ländern in APRA-Länder, 2015–19	46

Einleitung

Der asiatisch-pazifische Raum hat sich bei Wissenschaft, Forschung und Innovation in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt. Daraus ergeben sich für Deutschland sowohl wissenschaftlich als auch wirtschaftlich Chancen aber auch Herausforderungen. Teils besteht bereits heute eine intensive Zusammenarbeit mit asiatisch-pazifischen Ländern, die in diesem Bericht als Asia-Pacific Research Area (APRA) zusammengefasst werden. In anderen Fällen sind diese Austauschbeziehungen aber noch weniger ausgeprägt oder im Verlauf des vergangenen Jahrzehnts der Dynamik in der Region nicht gefolgt.

Hieraus ergeben sich für Deutschland neue Rahmenbedingungen, die eine Anpassung der Wissenschafts-, Forschungs- oder auch Innovationspolitik erforderlich machen könnten. Um relevante Entwicklungsdynamiken im asiatisch-pazifischen Forschungsraum zu erfassen und sie mit jenen in etablierten Wissenschafts- und Innovationsnationen vergleichen zu können, ist eine kontinuierliche Beobachtung relevanter Entwicklungen notwendig.

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 Rahmen bereits mehrere ausführliche, evidenzbasierte Berichte veröffentlicht wurden.

Die Berichte zielen darauf ab, möglichst vielen interessierten Stakeholdern Zugriff auf valide, differenzierte Informationen zu aktuellen Entwicklungen im asiatisch-pazifischen Raum zu geben, die es ihnen in einem sich dynamisch verändernden globalen Umfeld ermöglichen, qualifiziert und evidenzbasiert Entscheidungen zu treffen. Diesem Ziel dient dieser Indikatorikbericht, der nicht nur zentrale Charakteristika der APRA-Länder rekapituliert, sondern insbesondere auch deren Entwicklungen beleuchtet.

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: Allgemeine Übersicht über den asiatisch-pazifischen Forschungsraum (APRA)

Wirtschaftlicher Entwicklungsstand und Investitionen in Forschung und Entwicklung

Seit Ende der 2000er Jahre hat China Japan und Korea als wirtschaftliche Leitnationen der Region abgelöst und seit Mitte der 2010er Jahre zunehmend begonnen, diese Rolle auch technologisch zu übernehmen – wenngleich dieser Prozess zzt. nicht abgeschlossen erscheint. Wie Abbildung 1 veranschaulicht, bleiben Standorte wie Japan, Korea, Taiwan und Singapur – aber auch Australien und Neuseeland – dennoch von hohem Interesse, da sie aufgrund ihres hohen Wohlstandsniveaus in besonderer Weise an Investitionen in Wissenschaft und Technologie interessiert sein müssen und auch bereits über starke Wissenschaftssysteme und hochinnovative Unternehmen verfügen. Weitere Länder wie Thailand, Malaysia, Vietnam und Indonesien liegen sowohl im Hinblick auf ihre allgemeine Entwicklung als auch im Hinblick auf ihre technologischen Kompetenzen weiter zurück, bilden jedoch nicht nur für westliche Nationen, sondern auch für die führenden Staaten des asiatisch-pazifischen Forschungsraums relevante Produktionsbasen, in denen durch Qualifizierung und wissenschaftliche Kooperation wesentliche Grundlagen für zukünftige Entwicklungen geschaffen werden könnten. Indien kommt eine Sonderrolle zu, da es als große Volkswirtschaft weitestgehend für sich steht. Teils aufgrund seiner besonderen Lage in Südasien, teils aufgrund seiner geopolitischen Konkurrenz mit China ist es bis heute nur sehr eingeschränkt in den ost- bzw. südostasiatischen Wirtschafts- und Wissenschaftsraum integriert.

Die COVID-19-Pandemie hat die Länder der Region, aufgrund ihrer spezifischen Strategien, in sehr unterschiedlicher Weise betroffen. Die Mehrzahl der Länder verzeichnete schon wegen der massiven Beeinträchtigung internationaler Liefer- und Wertschöpfungs-

ketten große Wachstumseinbußen (sichtbar v.a. in Singapur und Malaysia). Hinzu kamen in Einzelfällen die Schwächung des Tourismussektors (Thailand) sowie spezifische nationale Turbulenzen (Indien, Indonesien). Länder, die einer strikten Zero-COVID-Strategie folgten, kamen vorläufig besser durch die Pandemie (Australien, Neuseeland, Taiwan, aber auch China). Auch Vietnam konnte von der relativen Kontinuität der chinesischen Wirtschaftsentwicklung profitieren.

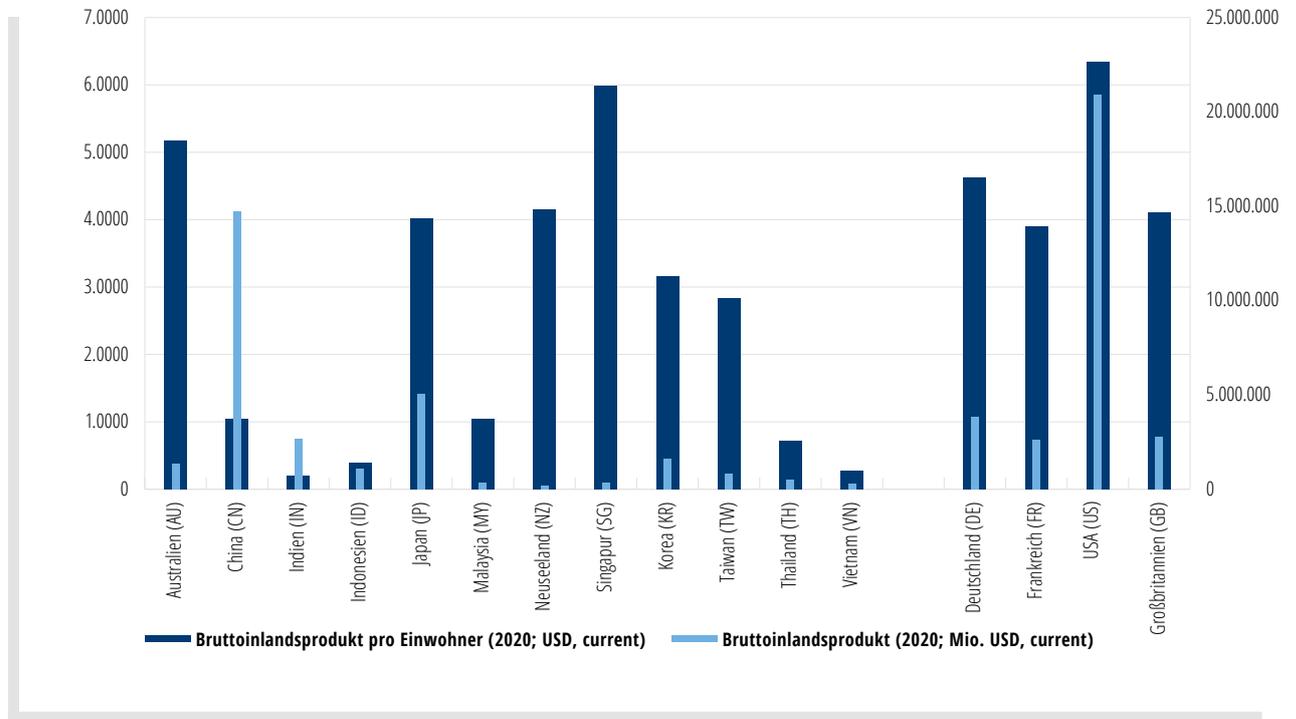
Im Hinblick auf Investitionen in Forschung und Entwicklung bleiben, relativ betrachtet, Korea (FuE-Intensität² von 4,6% am BIP), Taiwan (3,5%) und Japan (3,2%) die führenden Nationen der Region. Auch China hat, trotz seiner enormen Größe, mittlerweile erheblich aufgeschlossen (2,2%) und dabei andere Länder wie Australien (1,9%), Singapur (1,8%) oder Neuseeland (1,4%) klar überholt. Absolut wurden dazu die Ausgaben auf ein Ausmaß erhöht (526 Mrd. USD p.a.), dass lediglich hinter die Investitionen der Vereinigten Staaten (657 Mrd. USD p.a.) zurückfällt.

Japan investiert in einer ähnlichen Größenordnung wie Deutschland (173 vs. 148 Mrd. USD p.a.), Korea erreicht immerhin höhere Werte als Frankreich oder Großbritannien (103 vs. 73 vs. 57 Mrd. USD p.a.). Auch Taiwan investiert in vergleichbarer Größenordnung (44 Mrd. USD p.a.).

Auch der Grundlagenforschung kommt in den Ländern der Region eine unterschiedliche Rolle zu (Abbildung 2), wobei stets die Einbettung in sehr unterschiedliche nationale Kontexte zu beachten ist. Neben den oft verglichenen relativen Werten, müssen stets auch die absoluten Werte betrachtet werden. So ist in China

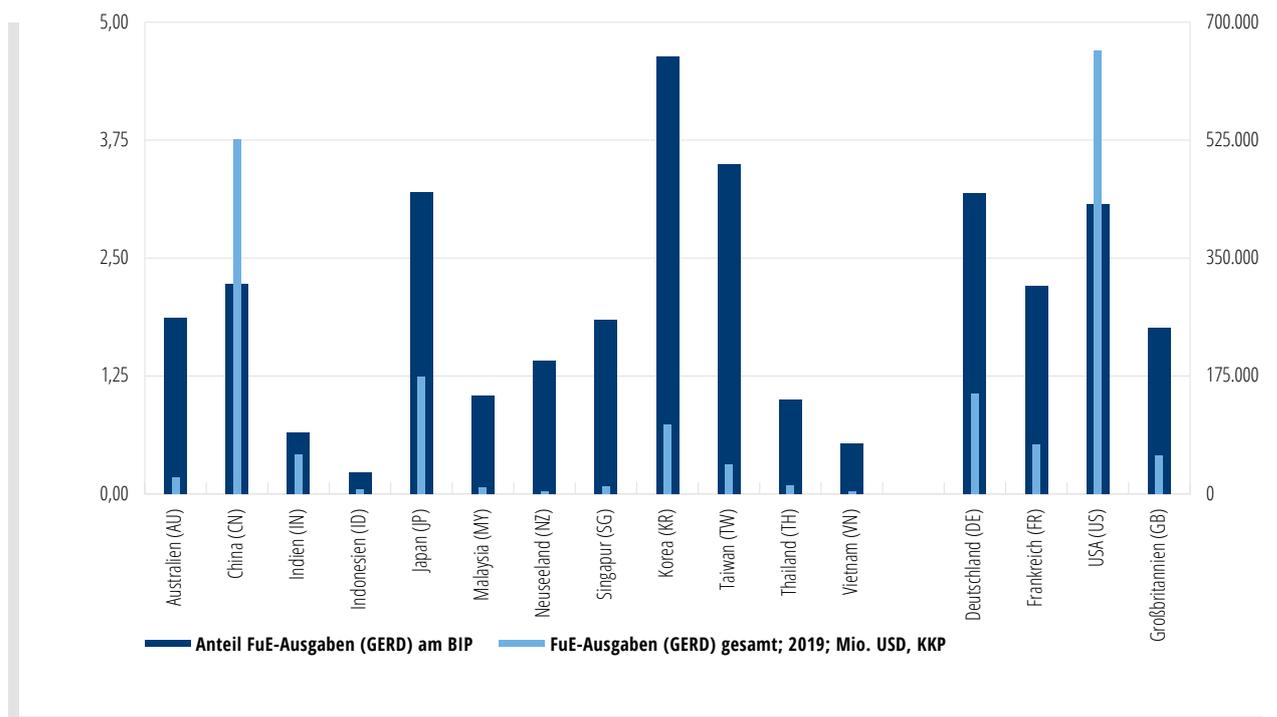
2 Die FuE-Intensität bezeichnet den Anteil der FuE-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP).

ABBILDUNG 1: Wirtschaftlicher Entwicklungsstand der APRA-Länder



QUELLE: Weltbank, OECD, TW Stat Office, Zusammenstellung und Berechnungen des Fraunhofer ISI

ABBILDUNG 2: Ausgaben für Forschung und Entwicklung in den APRA-Ländern



ANMERKUNG: Daten teils von 2017 (AU, TH, VN) und 2018 (IN, ID, MY, SG)

QUELLE: OECD, UNESCO, TW Stat Office, Zusammenstellung und Berechnungen des Fraunhofer ISI

der Anteil der Grundlagenforschung an allen FuE-Ausgaben mit ca. 6% nach wie vor recht niedrig, dies entspricht aber dennoch 36 Mrd. USD p.a.. In Neuseeland, Singapur sowie mit Einschränkungen auch Korea deuten hohe Anteile der Grundlagenforschung an allen FuE-Ausgaben auf weit entwickelte Forschungssysteme hin. In Malaysia, Indonesien und Vietnam sind die prozentualen höheren Ausgaben für Grundlagenforschung in bezug auf die gesamten FuE-Ausgaben auf Schwächen im Unternehmenssektor zurückzuführen. Da sich die relativen Anteile in allen Fällen auf absolut geringe Investitionsvolumina beziehen, kann aus ihnen nicht auf eine tatsächliche Stärke dieser Länder in der Grundlagenforschung geschlossen werden. Eine andere Situation findet sich in Taiwans äußerst unternehmensdominiertem Innovationssystem. Hier werden die hohen Ausgaben für Grundlagenforschung durch deutlich höhere Investitionen im Bereich der angewandten Forschung relativ gemindert. Dennoch verfügt Taiwan absolut betrachtet über eine erhebliche Expertise auch im Bereich der Grundlagenforschung.

Darüber hinaus ist festzuhalten, dass sich das allgemeine Profil der Forschungssysteme – das heißt, die Verteilung der Ausgaben nach verausgabendem Sektor – in den APRA-Ländern meist im Einklang mit ihrem Entwicklungsstand bzw. ihrer aktuellen Rolle im globalen Wertschöpfungsnetzwerk befindet. Wissen-

Exporte und Handelsbilanzen

Vorlaufend zu den folgenden Erläuterungen ist festzuhalten, dass Handelsströme ein Indikator sind, der von unterschiedlichen Einflussfaktoren abhängt. Während hohe Exportvolumina in der klassischen Handelstheorie v.a. als Indikator für internationale Wettbewerbsfähigkeit interpretiert werden, reflektieren sie – gerade im asiatischen Raum – vielfach auch die Verlagerung bzw. das Outsourcing bestimmter Fertigungsschritte. Daher ist es stets erforderlich, nicht allein die Exportzahlen zu betrachten, sondern sie zum Importvolumen und auch zum Bruttoinlandsprodukt (Umfang lokaler Wertschöpfung) in Beziehung zu setzen. Auf diese Weise lassen sich z. B. reine Umschlaghäfen und Standorte für Lohnfertigung leicht identifizieren.

In der Region zeigt sich letzteres vor allem in Vietnam, Malaysia und Thailand, wo im Verhältnis zur lokalen Wertschöpfung hohe Exportquoten bei gleichzeitig fast ausgeglichener Handelsbilanz auf Lohnfertigung

schaftsnationen wie Australien, Neuseeland, Japan, Korea und Singapur verfügen über Konfigurationen, wie sie im OECD-Mittel üblich sind, aufstrebende Länder wie Taiwan und China bemühen sich, solche zu etablieren, müssen ihre Strukturen aber in Teilen noch mit ihrer Vergangenheit als anwendungsorientierte Exportbasen in Einklang bringen. Weitere Länder wie Indien, Vietnam oder Indonesien hingegen müssen eben diese FuE-Kapazitäten im Unternehmenssektor erst noch entwickeln, Malaysia ist dies bereits ansatzweise geglückt. Zwar entfällt z.B. in Vietnam ein vergleichbar hoher Anteil aller FuE-Ausgaben auf den Unternehmenssektor wie an etablierten Innovationsstandorten, ein Blick auf deren Substanz zeigt allerdings, dass der Anteil der experimentellen Entwicklung in den fraglichen Ländern zu gering bleibt, um relevante Kompetenzen zu entwickeln. In Thailand erscheint dagegen eher eine potenzielle Grundlage für zukünftige wissensbasierte Entwicklung gegeben.

Über die letzten Jahre sind – jenseits des Aufstiegs Chinas und der weiteren, dynamischen Entwicklung Koreas – allerdings keine fundamentalen Veränderungen der Verteilung wissenschaftlich-technologischer Kompetenzen über die APRA-Länder zu beobachten. Nach wie vor ist die Mehrzahl der ASEAN-Staaten eher aus entwicklungspolitischem Blickwinkel von Bedeutung.

hindeuten. Die auch hier hohen Anteile an Hochtechnologiegütern verweisen eher auf Re-Exporte, denn auf tatsächliche lokale Kompetenzen. In Singapur sind solche Kompetenzen zwar grundsätzlich gegeben (vgl. folgende Kapitel), werden aber in der Praxis durch die zentrale Rolle des Umschlaghafens überlagert. Auch hier handelt es sich überwiegend um Re-Exporte, oftmals taiwanesischer Herkunft. Klassische internationale Exportbasen im Sinne der Handelstheorie sind demgegenüber v.a. Korea und Taiwan. In Japan steht hohen Exporten eine ebenso hohe lokale Wertschöpfung gegenüber, sodass die Exportquote dort niedriger ausfällt. China nimmt eine Mittelstellung ein. Der sehr hohe Anteil an Hochtechnologie-Exporten verweist teils auf eine Rolle vergleichbar der Koreas und Taiwans, teils auf fortbestehende Lohnfertigung. Auch hier sorgt eine (sehr) hohe lokale Wertschöpfung für eher moderate Exportquoten. Australien und Neuseeland treten ebenfalls als rele-

vante Exporteure in Erscheinung, allerdings eher im Rohstoff- bzw. Landwirtschaftsbereich. Viele Technologiegüter beziehen sie – wie Europa und die USA – eher von außen. Dies gilt – auf anderer historischer Grundlage – auch für Indien und Indonesien.

Grundsätzlich bleibt die Weltmarktorientierung großer APRA-Staaten damit zwar oft hinter der europäischer Länder zurück, liegt aber deutlich vor jener der USA. Taiwan und Korea zeigen sich noch einmal exportorientierter. Kleinere APRA-Staaten werden dagegen zunehmend in regionale Wertschöpfungsketten eingebunden, wie dies vor ein bis zwei Jahrzehnten in China, Japan und Korea durch westliche Unternehmen geschah. Gepaart mit der starken Weltmarktorientierung der Endfertigungsstandorte (v.a. Taiwan, China und Korea zunehmend auch Vietnam und Malaysia) wird hiermit deutlich, wie sehr die Fertigungskapazitäten für insbesondere technologisch relevante Güter mittlerweile in der Forschungsregion konzentriert sind.

Exporte und Handelsbilanzen im Bereich technologischer Güter

Im Hinblick auf den Export technologisch relevanter Güter nehmen in der Region vor allem China, Korea, Japan, aber auch Malaysia eine herausragende Stellung ein (Abbildung 3). Formal kommt auch Singapur eine große Rolle zu, die sich aber de facto nicht zuletzt aus seiner Funktion als Umschlaghafen ergibt. Wie in Korea und Malaysia liegt der Schwerpunkt der Exporte in Singapur dabei vor allem auf klassischer Mikro- und Nanotechnologie, nicht zuletzt hier formal verzollter taiwanesischer Mikrochips³. In Korea kommen hier auch Bauteile mit vorrangiger Anwendung im Bereich IT-Sicherheit hinzu. In die dritt wichtigste Exportgruppe fallen in allen hier genannten Ländern Komponenten aus dem Bereich Robotik. China weist demgegenüber, wie auch Japan, ein recht breites Exportprofil auf, exportiert werden hier zudem Komponenten aus den Bereichen Internet of Things sowie, mit gewissem Abstand, Künstliche Intelligenz, Photonik und Robotik. Japan weist dagegen die höchsten Exporte im Bereich fortschrittlicher Produktionstechnologien auf.

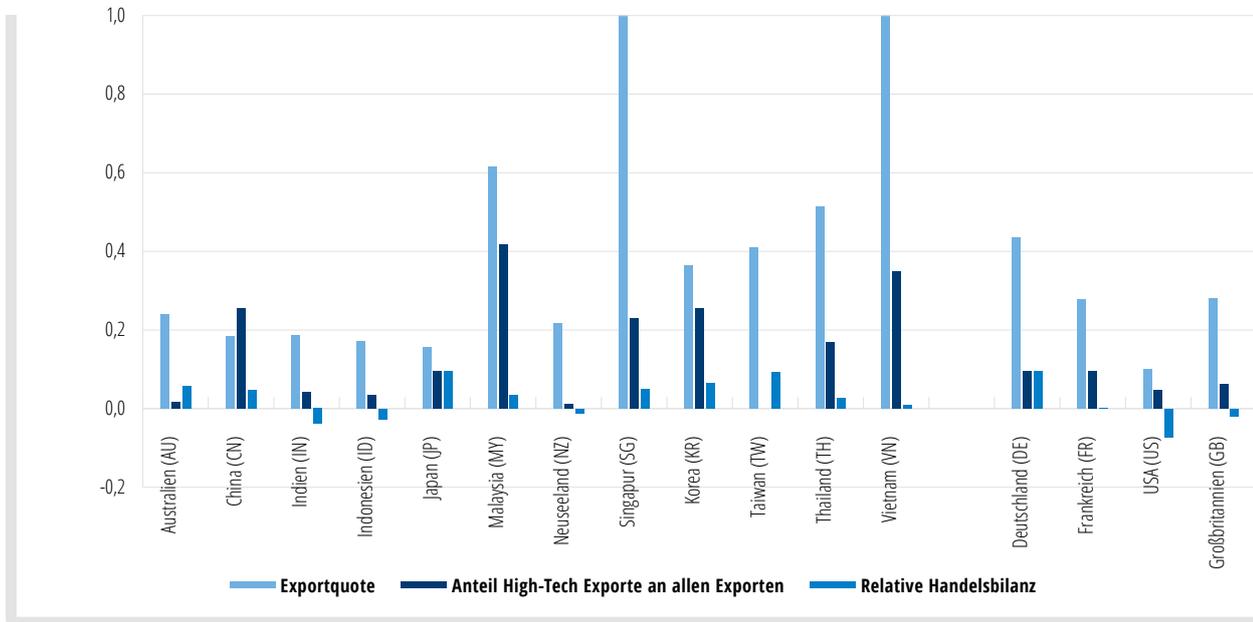
Ein wesentlicher Unterschied zwischen China und fast allen anderen APRA-Ländern (mit Ausnahme des Um-

schlaghafens Singapur) ist dabei, dass hohen, eigenen Exporten in vielen Bereichen nach wie vor mindestens ebenso hohe Importe gegenüberstehen (Abbildung 3). Ursächlich hierfür sind neben einer großen Binnen- nachfrage die Tatsache, dass einerseits China selbst beginnt, stark lohnkostenabhängige Fertigungsschritte ins umliegende Ausland zu verlagern, andererseits aber auch zahlreiche in China endgefertigte Produkte, z.B. im Bereich Robotik und Mikroelektronik, noch nicht ohne ausländische Kernkomponenten auskommen. Der Anteil eigener Lohnfertigung, der noch in den 2000er Jahren dieses Bild hauptsächlich begründet hätte, ist demgegenüber stark zurückgegangen, wenngleich auch dieser Tatbestand nach wie vor eine Rolle spielt – vor allem in der wirtschaftlichen Kooperation mit Taiwan. Genuin positive Handelsbilanzen weist China bislang dagegen lediglich in den Bereichen Internet of Things, Künstliche Intelligenz, Neue Materialien, Nanotechnologie, Industrielle Biotechnologie, Big Data sowie Digitale Mobilitätstechnologien auf (Abbildung 4). Relativ zum gesamten Handelsvolumen sind Importabhängigkeiten dabei in den Bereichen Mikro- und Nanoelektronik, Advanced Manufacturing und Robotik am größten.

Mit Blick auf andere APRA-Staaten finden sich in Japan Stärken in den Bereichen Advanced Manufacturing, Nanotechnologie sowie Neue Materialien, Abhängigkeiten dagegen in den Bereichen Big Data, Künstliche Intelligenz und Industrieller Biotechnologie. Korea weist vor allem in den Bereichen digitale Sicherheitstechnologien, Nanotechnologie sowie Mikro- und Nanoelektronik positive Bilanzen auf, bleibt dagegen in den Bereichen Big Data und Advanced Manufacturing relativ abhängig. In Malaysia und Singapur zeigen sich in fast allen Bereichen positive Handelsbilanzen, in Malaysia mit einem besonderen Schwerpunkt auf Komponenten, die in den Bereichen Big Data und Künstliche Intelligenz zur Anwendung kommen, in Singapur mit relativen Schwerpunkten in den Bereichen Industrielle Biotechnologie, Advanced Manufacturing und Nanotechnologie. Kleinere APRA-Länder wie Indonesien, Thailand und Vietnam, aber auch Australien, Neuseeland sowie das große Indien weisen dagegen nach wie vor fast ausschließlich negative Handelsbilanzen auf. Ausnahmen bilden die vom Profil her der in Malaysia verwandten Halbleiterfertigung in Thailand, der Bereich Industrielle

3 Über 40% aller Importe Singapurs im Bereich Mikrochips stammen aus Taiwan.

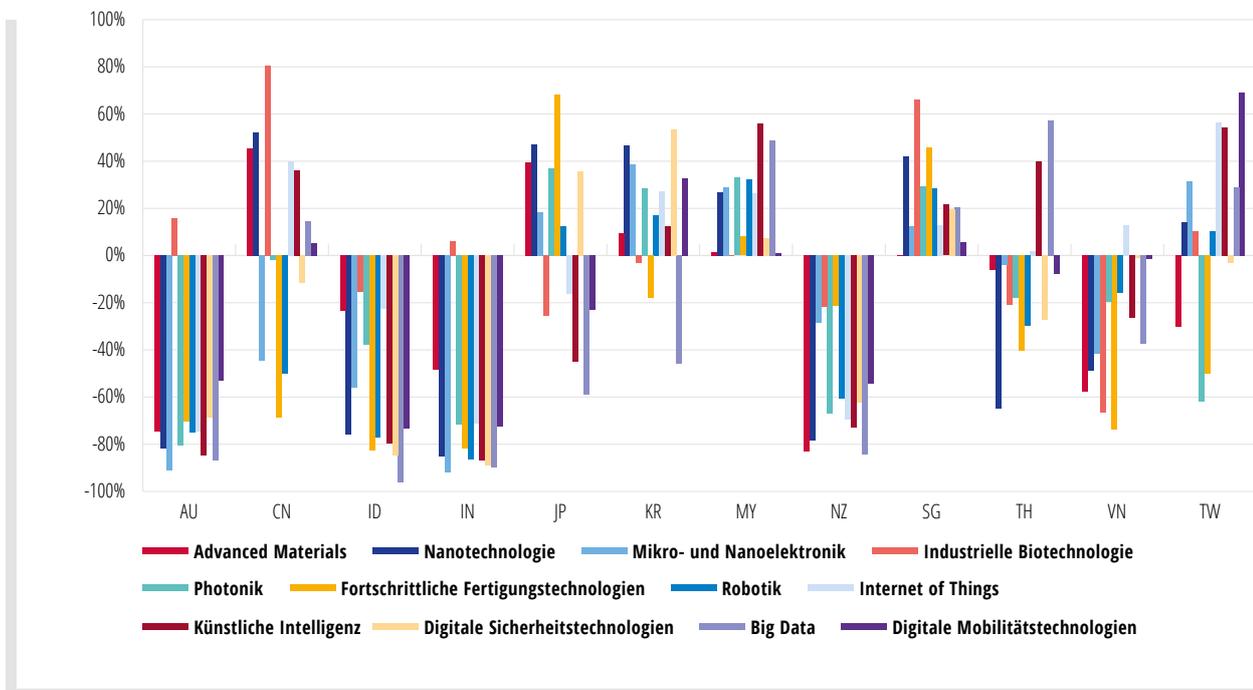
ABBILDUNG 3: Exportquote und -struktur, Handelsbilanz der APRA-Länder, 2020



ANMERKUNG: Umfang High-tech Exporte für Taiwan nicht verfügbar, Exportquote Singapur 176%, Vietnam 106%.

QUELLE: Weltbank, TW Stat Office, Zusammenstellung und Berechnungen des Fraunhofer ISI

ABBILDUNG 4: Relative Handelsbilanzen der APRA-Länder nach Technologien, Mittel 2018–20



ANMERKUNG: Relative Handelsbilanz = Verhältnis der absoluten Handelsbilanz zum Handelsvolumen (Exporte+Importe)

QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von UN COMTRADE, ROC Executive Yuan CPT Database

Biotechnologien in Indien und Australien sowie in Vietnam der Bereich Internet of Things (Abbildung 4).

Insgesamt zeigt die Forschungsregion somit ein differenziertes Profil, in dem einige, weiter entwickelte Länder eine Rolle als hochqualifizierte Exportbasen übernehmen (Japan, Korea, Taiwan), während andere sich trotz hohem Entwicklungsstand in einer der europäischen bzw. amerikanischen vergleichbaren Rolle des Warenimporteurs positioniert haben (Australien, Neuseeland). Die Mehrzahl der kleineren Länder sowie Indien bleiben von ausländischen Importen abhängig und erreichen nur durch die Auslagerung von Fertigungsschritten im Einzelfall positive Exportbilanzen. Am etabliertesten sind solche Exportverarbeitungsmodelle in Malaysia sowie, auf niedrigerem Niveau, in Thailand, teils spielen sie auch in Vietnam eine Rolle. China ist Ausgangspunkt sowie Destination vieler Handelsströme in der Region. Im Prozess des wissenschaftlich-technologischen Aufschließens erhält es seine Rolle als global führende Exportnation und versucht parallel seine strukturellen Abhängigkeiten vom Import technologischer Komponenten zu verringern – bislang allerdings ohne maßgeblichen bzw. nachhaltigen Erfolg.

Mit Blick auf die in zentralen Bereichen ihrerseits erheblich von Importen abhängigen Benchmark-Länder wird deutlich, dass der asiatisch-pazifische Forschungsraum in seiner Gesamtheit den weltweit zentralen Fertigungsstandort für die Mehrzahl aller technologischen Produkte darstellt – insbesondere im Bereich Mikroelektronik. Diese Rolle ist dem APRA seit den 1990er Jahren graduell zugewachsen und wurde seitdem nicht mehr grundlegend infrage gestellt. Konkurrenzfähige Standorte außerhalb der Region existieren nur mehr sehr bedingt und keinesfalls mehr in vergleichbarer Konzentration. Im Rahmen des sukzessiven wirtschaftlichen und technologischen Aufstiegs zentraler Länder (zunächst Japan, dann Korea, Taiwan und Singapur, nun China und Malaysia) haben sich auch innerhalb der Region verschiedene länderübergreifende Wertschöpfungsketten sowie eine regionsinterne, internationale Arbeitsteilung etabliert, die sich im stetigen Wandel befinden. Nicht zuletzt bei den für die zukunftssträchtigen Bereiche Künstliche Intelligenz und Big Data relevanten Bauteilen scheinen sich neue Wertschöpfungsnetzwerke herauszubilden, deren Nachhaltigkeit gleichzeitig bereits wieder durch neue politische Spannungsfelder infrage gestellt erscheint. Diese spiegeln sich u. a. darin, dass Taiwan, einer der technologisch zentralen Akteure der Region, in vielerlei Hinsicht nicht über vollständige Handlungsfreiheit verfügt, u. a. da es in Organisationen der Vereinten Nationen nicht vertreten ist.

Kapitel 2: Wissenschaftlich-technologische Performanz

Wissenschaftliche Performanz und Vernetzungsgrad

Aufgrund der weit überdurchschnittlichen und auch absolut sehr bedeutsamen Expansion des chinesischen Wissenschaftssektors liegt der asiatisch-pazifische Forschungsraum hinsichtlich des absoluten Aufkommens an akademischen Publikationen bereits seit einigen Jahren deutlich vor den USA und der EU-27. Seit der letzten Berichtsperiode hat sich dieser Vorsprung noch einmal merklich erhöht, von ca. 40% auf ca. 65% gegenüber der EU-27 und von ca. 60% auf ca. 90% gegenüber den USA. Neben China sind vor allem Indien, Japan, Australien und Korea wesentliche wissenschaftliche Akteure, deren nationales Publikationsaufkommen an das europäischer Einzelstaaten – mit Ausnahme von Großbritannien – heranreicht (Abbildung 5).

Relativ betrachtet ist dagegen die Publikationsleistung pro Einwohner in Australien, Singapur und Neuseeland am höchsten (über 3000 Publikationen pro Jahr und Mio. Einwohner). Diese Staaten sind zwar absolut betrachtet weniger bedeutsam, zeichnen sich aber durch eine hohe Wissenschaftsintensität aus. Auch in Korea und Taiwan hat sie Werte erreicht, die denen europäischer Mitgliedsstaaten vergleichbar sind (ca. 1500). In Malaysia, Japan (je ca. 900) und vor allem China (ca. 450) liegen die relativen Intensitäten dagegen noch weit unter dem internationalen Mittel führender Nationen. Insgesamt liegt der APRA (ca. 340) hinsichtlich der Intensität des wissenschaftlichen Publikationsaufkommens dementsprechend deutlich abgeschlagen hinter der EU-27 (ca. 1500). Noch geringere Werte finden sich in den ASEAN-Staaten Indonesien, Thailand und Vietnam – sowie in Indien. Hier stellen wissenschaftliche Aktivitäten noch immer eher eine

Ausnahme dar, Universitäten und Forschungseinrichtungen bilden Inseln in den ansonsten überwiegend lohn- und kapitalgetriebenen Volkswirtschaften. Diesbezüglich hat sich seit der letzten Berichtsperiode nichts Maßgebliches geändert. Auch wenn sich in diesen Ländern die Publikationsaktivitäten nicht wie in China intensiviert und diversifiziert haben, kam es an ihren Forschungseinrichtungen meist zu keinen Rückgängen des absoluten Publikationsgeschehens.

Hinsichtlich des allgemeinen internationalen Vernetzungsgrads, d.h. dem Anteil internationaler Ko-Publikationen an allen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, bestätigt sich der bereits in der letzten Berichtsphase herausgearbeitete Eindruck, dass, in Asien wie anderenorts, Autor:innen aus großen Staaten anteilig grundsätzlich weniger kooperieren als solche aus kleineren Nationen (Abbildung 6). Dessen ungeachtet fällt die Kooperationsneigung in Japan, Korea, v.a. aber in Indien und China noch einmal hinter die in z. B. den USA zurück. In Summe ist daher der externe Vernetzungsgrad des APRA deutlich geringer als jener der Europäischen Union. Jener der ASEAN ist nur deswegen noch etwas größer als der der Europäischen Union, da sich diese überwiegend aus kleineren, weniger entwickelten Nationen zusammensetzt. Seit der letzten Berichtsperiode ist die Kooperationsneigung in nahezu allen APRA-Ländern leicht, in einigen Ländern wie Australien, Neuseeland, Singapur, v.a. aber Taiwan sogar noch einmal recht deutlich angestiegen. Lediglich Indonesien und Vietnam verzeichneten merkliche bzw. leichte Rückgänge, in Thailand stagnierte der internationale Vernetzungsgrad.

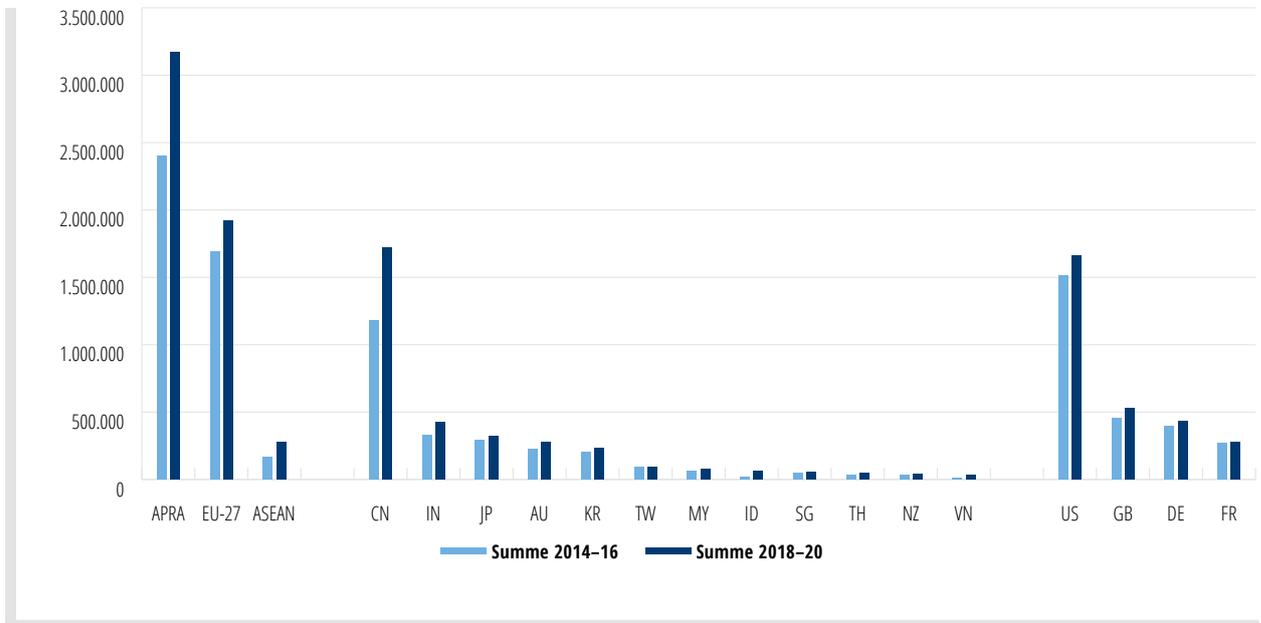
Wissenschaftliche Qualität

Das Thema wissenschaftliche Qualität wurde in den letzten Jahren, insbesondere im Hinblick auf China regelmäßig lebhaft und kontrovers diskutiert. Grundsätzlich ist dabei in dieser Debatte zu berücksichtigen, dass ein eindeutiges Maß für Qualität nicht existiert, weshalb im Regelfall als Substitut auf das Konzept der wissenschaftlichen Sichtbarkeit zurückgegriffen wird. Sichtbarkeit wiederum erlangt eine wissenschaftliche Publikation entweder direkt über Zitate oder über

die Publikation in einer Zeitschrift, die grundsätzlich stark rezipiert wird. Disziplinäre Unterschiede im Zitierungsverhalten lassen sich dabei in beiden Fällen durch Normalisierung ausgleichen.

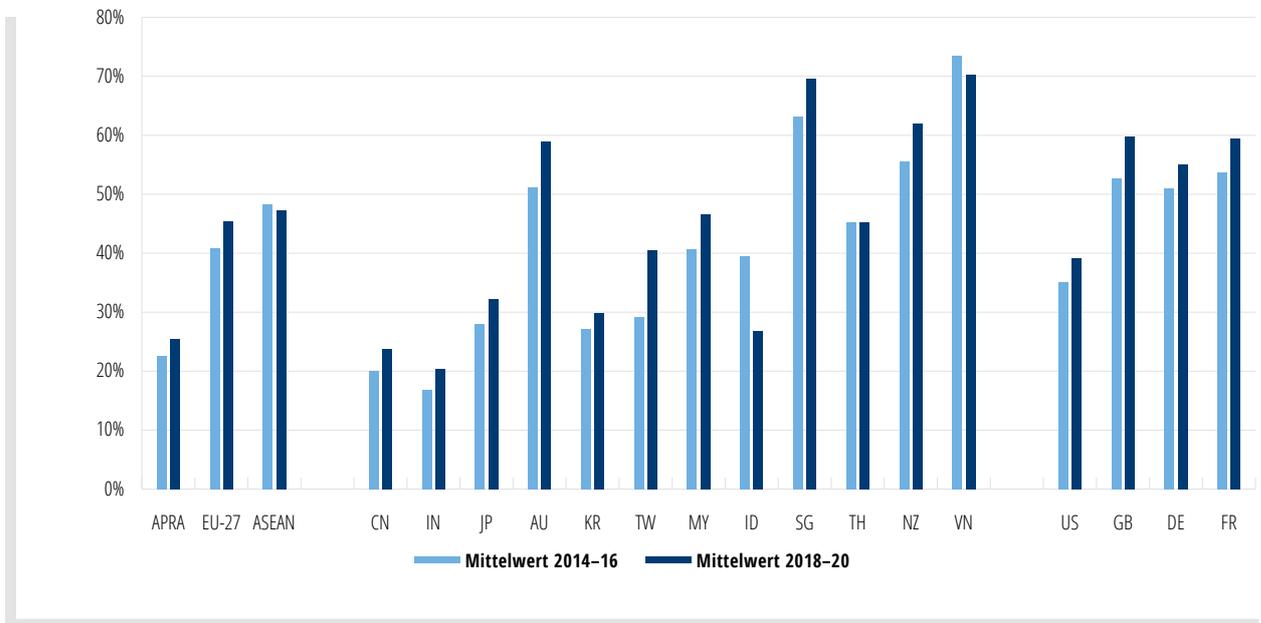
Abbildung 7 zeigt, dass mit Blick auf die wissenschaftliche Sichtbarkeit insbesondere Singapur eine führende Rolle zukommt. Unabhängig vom gewählten Indikator liegt der Stadtstaat vor Australien und

ABBILDUNG 5: Publikationsaufkommen in den APRA-Ländern



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

ABBILDUNG 6: Anteil der internationalen Ko-Publikationen an allen Publikationen



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

Neuseeland sowie den Referenzländern Großbritannien, den USA und Deutschland. Bemerkenswert ist in dieser Perspektive vor allem, dass sich China und Vietnam nur knapp hinter Deutschland, auf Augenhöhe mit Frankreich sowie deutlich vor Japan eingereiht haben. Korea und Taiwan folgen nach Vietnam und vor Malaysia und Japan. Indien hingegen bleibt bei Betrachtungen der mittleren Qualität am hinteren Ende der Skala verortet und hat sich lediglich von Indonesien leicht absetzen können. Mit Blick auf unterschiedliche Maßzahlen ergeben sich insgesamt keine signifikant abweichenden Erkenntnisse. Autor:innen aus Singapur, Großbritannien, Australien sowie mit Einschränkungen auch China liegen hinsichtlich ihrer Präsenz unter den 10% meistzitierten Veröffentlichungen noch einmal über dem Niveau, dass die durchschnittlichen Zitatraten vermuten ließen.

Autor:innen aus Korea, Taiwan, Japan scheinen demgegenüber eher in der Breite Sichtbarkeit zu erlangen. Das heißt, dass nicht nur wenige Artikel unter die Top-Veröffentlichungen fallen, sondern Publikationen auch in der Breite hoch zitiert werden. Vietnam kommt hierbei eine Sonderrolle zu, da das Land von der Ko-Autorenschaft mit externen Partnern zu profitieren scheint.

Auffällig im Rahmen einer Betrachtung über die Zeit sind zunächst einmal die klaren Anstiege der mittleren Zitatraten der Publikationen wissenschaftlicher

Autor:innen aus China und Vietnam sowie der deutliche Rückgang in Indonesien – dort einhergehend mit einem vergleichbar substanziellen Rückgang internationaler Kooperationen (vgl. Abbildung 8). In Singapur, Australien und Neuseeland hat sich die Qualität wissenschaftlicher Publikationen in den letzten Jahren von einem bereits hohen Niveau weiter verbessert. In Korea, Taiwan, Japan und Thailand stagniert sie oder ist sogar leicht rückläufig. Die Rückgänge liegen dabei allerdings unter jenen, die z. B. in den USA, Deutschland oder Frankreich zu beobachten sind und entsprechen in etwa den jüngsten Entwicklungen in Großbritannien. Malaysia und Indien verbessern sich auf niedrigem Niveau, ohne dabei jedoch in eine Position zu kommen, die ein echtes Aufschließen vergleichbar dem Chinas oder Vietnams auf mittlere Sicht hin realistisch erscheinen ließe.

Aus übergeordneter Perspektive bemerkenswert erscheint weiterhin, dass in Indonesien der Rückgang der internationalen Kooperationsneigung so eindeutig mit einer Verschlechterung der wissenschaftlichen Sichtbarkeit einherging. Dies unterstützt die anderenorts detailliert belegte These, dass Autor:innen aus kleineren bzw. akademisch schwächeren Nationen in der Regel nur durch internationale Kooperation wissenschaftliche Sichtbarkeit erlangen können. Zu vermuten ist, dass dies zzt. in gewisse Maße auch noch auf die Situation in Vietnam zutrifft.

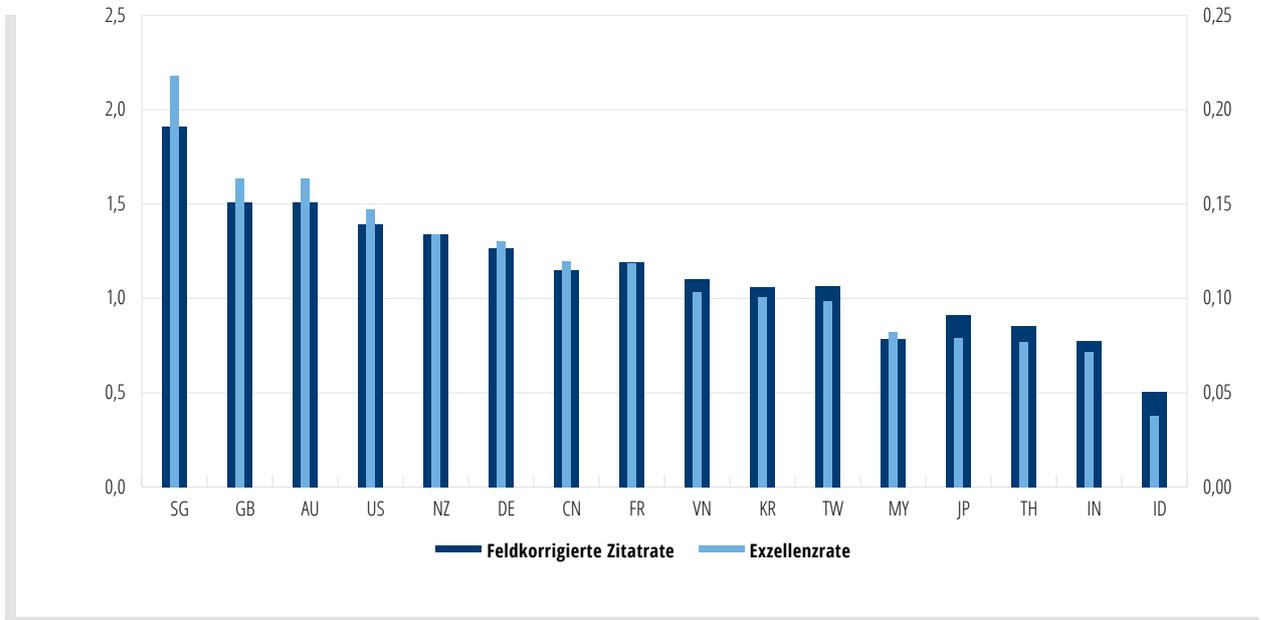
Technologische Performanz und Vernetzungsgrad

Auch der technologische Output des APRA, der in den Berichten des APRA-Monitorings näherungsweise auf Basis von Patentanalysen bestimmt wird, übertrifft jenen der EU-27 seit den 2000er Jahren deutlich. Neben der zunehmenden Rolle Chinas nehmen hier traditionell vor allem Japan und Korea eine bedeutende Rolle ein. Gegenüber sowohl der Europäischen Union als auch den USA, wo die Anzahl der Patentanmeldungen in den letzten Jahren stagnierte, hat sich der Vorsprung der Forschungsregion seit der letzten Berichtsperiode noch einmal maßgeblich vergrößert. Lag die Zahl der Patentanmeldungen aus dem APRA noch 2013–15 ca. 45% über der der EU-27, waren es 2017–19 bereits ca. 90%. Dies ergibt sich ganz überwiegend aus der Rolle Chinas, das bereits 2018 Japan den Rang als führender Anmelder von Patenten im APRA ablief. Auch Japan und Korea konnten jedoch

ihr bereits hohes Patentaufkommen noch einmal in einem relativ höheren Maße steigern, als dies in europäischen Ländern oder den USA der Fall war.

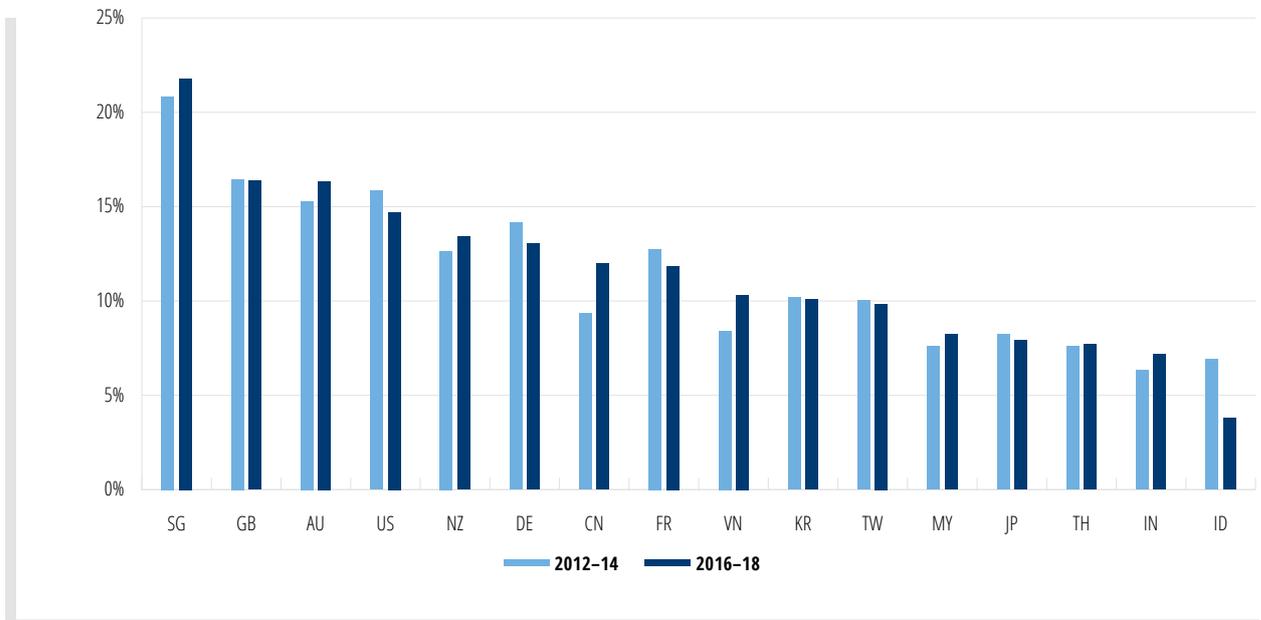
Im Hinblick auf die Technologieintensität werden in der Region dagegen keine annähernd vergleichbar hohen Werte erzielt wie in der EU-27, den USA oder gar in Deutschland. Dies liegt jedoch nicht zuletzt in der hohen Bevölkerung Chinas und Indiens begründet, die zusammen mehr als sechsmal jene der EU-27 umfasst, sodass ein vollständiges Aufschließen auch perspektivisch weder als realistisch noch als erforderlich erscheint. Ökonomisch können beide Länder von Skalenvorteilen profitieren, sodass eine der Bevölkerungszahl proportional angepasste Anzahl an Erfindungen nicht notwendigerweise erforderlich ist, um Wohlstand abzusichern. Dessen ungeachtet zeigen die

ABBILDUNG 7: Feldkorrigierte Zittrate und Exzellenzrate in den APRA-Ländern



ANMERKUNG: Die Exzellenzrate bezeichnet den Anteil aller Publikationen in den 10% weltweit meistzitierten Veröffentlichungen
 QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

ABBILDUNG 8: Entwicklung der Exzellenzrate akademischer Publikationen aus APRA-Ländern



ANMERKUNG: Die Exzellenzrate bezeichnet den Anteil aller Publikationen in den 10% weltweit meistzitierten Veröffentlichungen
 QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

Analysen, dass Japan und Korea sowie auch Singapur eine erhebliche Intensität technologischer Aktivitäten aufweisen (und kürzlich weiter ausgebaut haben), die sie zu natürlichen Partnern Deutschlands in Wissenschaft und Technologie macht. Japan und Korea erreichen dabei das Niveau Deutschlands, Singapur eher nur das der USA bzw. Frankreichs. Parallel finden sich auch in Australien, Neuseeland und Taiwan relevante Aktivitäten in Wissenschaft und Technologie, deren Intensität zwar hinter jenen der drei größten europäischen Nationen Deutschland, Frankreich und Großbritannien klar zurückfällt, nicht unbedingt aber hinter jene entsprechender europäischer Partnernationen in Süd- und Osteuropa.

Der allgemeine Vernetzungsgrad ist im Rahmen von Patentanalysen anders zu interpretieren als im Rahmen von Publikationsanalysen. Während in der Wissenschaft überwiegend individuelle Kooperationen zum Tragen kommen, spiegeln Ko-Patente meist organisatorische Kooperationen im Unternehmenssektor, d.h. Konzernverflechtungen. In Japan und Korea sind entsprechende Verflechtungen traditionell geringer. In ihnen stark in sich geschlossen Keiretsu- bzw. Chaebol-Systemen dominieren Großunternehmen den heimischen Markt und siedeln Forschung und Entwicklungseinheiten oft im Umfeld des Hauptsitzes an. Westliche Unternehmen investieren vor Ort weder in Forschung und Entwicklung, noch tun dies die nationalen Unternehmen Japans und Koreas im Ausland. Entsprechend werden nur wenige grenzübergreifende Ko-Patente zwischen Konzerntöchtern angemeldet. Auch in China scheint sich die Situation in den letzten Jahren immer stärker in diese Richtung zu entwickeln.

Inhaltliche Schwerpunkte

Inhaltliche Schwerpunkte im Bereich Wissenschaft

Wie bereits seit vielen Jahren findet sich bei gesamthafter Betrachtung des asiatisch-pazifischen Forschungsraums auch im akademischen Bereich eine besondere Schwerpunktsetzung⁴ auf den Natur- und Ingenieurwissenschaften, bei einem unterdurchschnittlichen Publi-

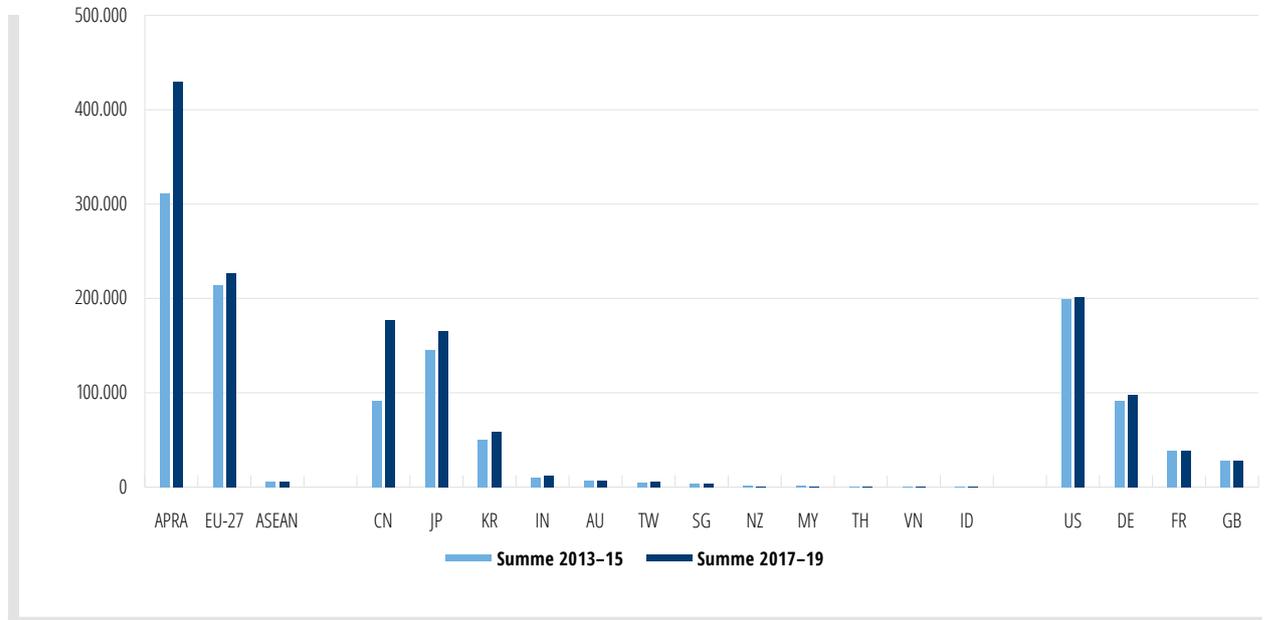
Anders ist dies in Singapur, Australien, Neuseeland und Taiwan, die schon seit langem in das globale Netzwerk westlicher multinationaler Unternehmen eingebettet sind und entsprechend stark international kooperieren. In Singapur ergibt sich der besonders hohe Anteil an Ko-Patenten dabei vor allem aus der geringen Größe des Stadtstaates. Kaum ein Hochtechnologiekonzern ist ausschließlich in Singapur ansässig oder entwickelt ausschließlich in Singapur.

Anders ist die Situation in Indien, Thailand oder Malaysia, die nur sehr bedingt über eigene Technologieunternehmen verfügen, die für den nationalen Markt Patente anmelden würden. Stattdessen wird das Innovationssystem dieser Länder von Töchtern multinationaler Konzerne dominiert, die Patente oft im Verbund mit ihren Hauptsitzen anmelden oder in Kooperation mit anderen Niederlassungen forschen, sodass tatsächlich grenzübergreifend verschiedene Erfinder:innen an einem Patent beteiligt sind. Am deutlichsten ausgeprägt ist dies zzt. in Vietnam und Indonesien, wo ca. die Hälfte aller Patentanmeldungen Ko-Patente sind, d.h. potenziell aus solchen Kooperationen stammen. Während der relative Anteil der Patente in fast allen anderen Fällen stagniert oder sogar leicht wächst, hat er in diesen beiden Extremfällen maßgeblich abgenommen, was – zumindest in Vietnam – auf die relative Stärkung eigener Kapazitäten, mindestens aber ein Bemühen um eine gewisse Entkopplung von einer allzu starken Fremdbestimmung hindeuten könnte. In weitaus geringerem Maße finden sich in den letzten Jahren entsprechende Trends auch in Indien und Taiwan.

kationsanteil in den Sozial- und Geisteswissenschaften. Besondere Spezialisierungen finden sich in den Bereichen Elektrotechnik, Informatik, Mess-, Steuer-, Regeltechnik, aber auch in verschiedenen Bereichen der Chemie sowie dem Maschinenbau. Unterdurchschnittlich

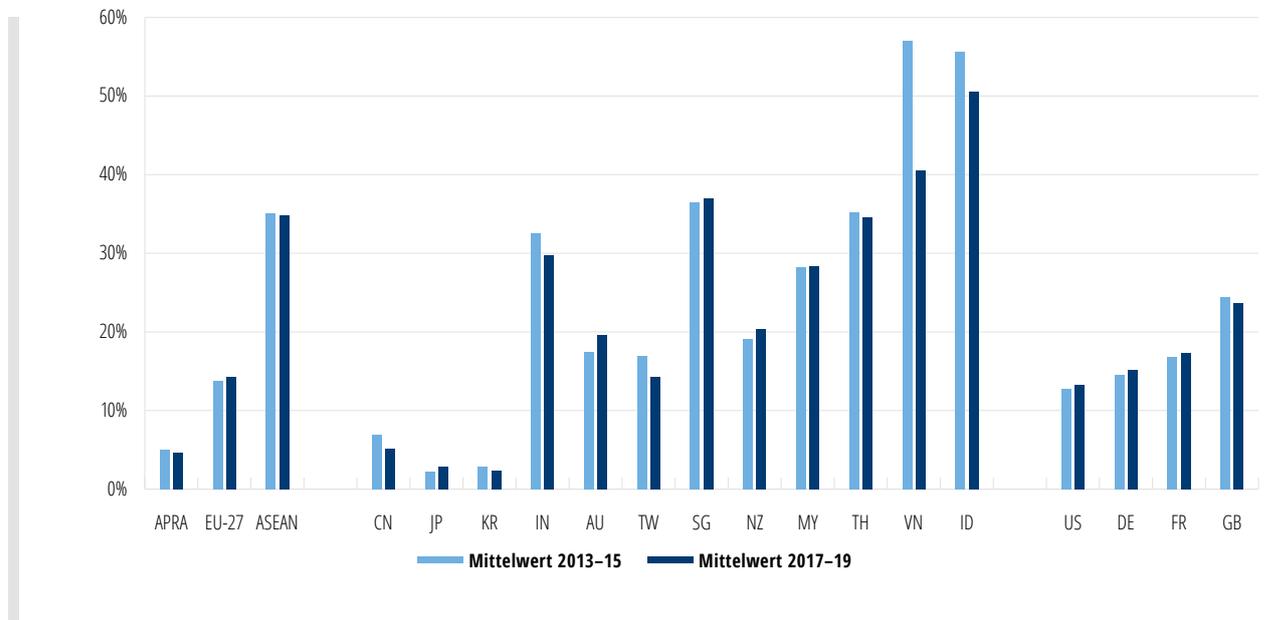
⁴ Ein relativer Schwerpunkt bzw. eine Spezialisierung besteht dann, wenn ein Land/eine Region in einem bestimmten Bereich mehr Aktivitäten entfaltet, als dies im Welt-Mittel üblich ist, so beispielsweise, wenn auf einen Bereich 10% statt der international üblichen 5% entfallen. Spezialisiert zu sein, bedeutet nicht notwendigerweise, dass dieser Bereich auch absolut dominiert. Dafür ist aus dieser Perspektive ein interdisziplinärer Vergleich unabhängig von den allgemein üblichen Unterschieden im Publikationsaufkommen verschiedener Disziplinen möglich. Erst eine Kombination aus relativer und absoluter Betrachtung ermöglicht somit eine valide Einordnung thematischer Schwerpunkte.

ABBILDUNG 9: Transnationales Patentaufkommen in den APRA-Ländern⁵



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

ABBILDUNG 10: Anteil der Ko-Patente an allen transnationalen Patentanmeldungen



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

5 Wie bereits die vorhergehenden APRA-Monitoring Berichte verwendet auch dieser Bericht das Konzept der transnationalen Patente nach Frietsch und Schmoch (2010), bei dem ausschließlich jene Patentanmeldungen berücksichtigt werden, die entweder über den PCT-Prozess der WIPO oder in Form einer Direktanmeldung beim EPA vorgenommen werden (unter Herausrechnung von Dopplungen). Der Ansatz konzentriert sich damit auf jene Anmeldungen, die vom Prozess her auf einen Schutz geistigen Eigentums über einen einzelnen Markt hinaus abzielen und gleichzeitig auf jene, deren Anmeldung und Aufrechterhaltung überdurchschnittliche Kosten verursacht. Durch dieses erprobte Verfahren ist eine erste Relevanz- und Qualitätskontrolle gewährleistet.

ausgeprägt sind dagegen weiterhin Schwerpunkte im Bereich der Bioökonomie sowie der Klinischen Medizin⁶. Absolut betrachtet entfallen auch im APRA – wie in vielen anderen Ländern – die meisten Publikationen auf den Bereich Klinische Medizin, der Abstand zu den folgenden Bereichen wie Biotechnologie, Materialforschung, spezifisches Engineering oder Physik ist jedoch andernorts deutlich stärker ausgeprägt. Beispielsweise in den USA ist der Anteil der Medizinwissenschaften an allen Publikationen noch höher, während er sich in der Region in den letzten Jahren eher wieder etwas verringert hat.

Zusätzlich verstärkt haben sich – in relativer Betrachtung – noch einmal Spezialisierungen in den Bereichen Informatik, Maschinenbau und Mess-, Steuer-, Regeltechnik während die relative Bedeutung in der Vergangenheit bedeutsamerer Schwerpunkte im Bereich der Chemie und Physik merklich zurückging. Dies zeigt sich auch in der absoluten Betrachtung, in der sich vor allem die Felder Informatik und Maschinenbau durch eine Kombination aus hohem absoluten und relativen Wachstum auszeichnen. Weitere Bereiche mit dynamischem Wachstum umfassen die Materialforschung, spezifisches Engineering, die Mess-, Steuer-, Regeltechnik und Forschung zu Ökologie und Klima. Darüber hinaus wurden auch in den Sozial-, Wirtschafts- und Geisteswissenschaften erhebliche Kompetenzen aufgebaut, allerdings von einem nach wie vor niedrigen Niveau. Immerhin im Bereich der Wirtschaftswissenschaften zeigt sich allerdings auch in relativer Betrachtung eine erste, klare Minderung der langjährigen Negativspezialisierung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich die wissenschaftliche Orientierung der Länder des APRA weiter von einem stark auf die klassischen Naturwissenschaften fokussierten Profil hin zu einer anwendungsrelevanten Wissensbasis mit Schwerpunkt in der Informatik und den Ingenieurwissenschaften verschiebt. Auch im Bereich der angewandten Sozialwissenschaften (v.a. Ökonomie) ist eine gewisse Stärkung zu beobachten. In hohem Maße dominierend für alle strukturellen Entwicklungen bleibt dabei naturgemäß China, aber auch Indien und Japan errei-

chen absolut betrachtet einen Publikationsoutput in der Größenordnung Deutschlands. Auch Korea liegt teils nicht mehr weit hinter Deutschland zurück. In relativer Betrachtung unterscheiden sich die Profile Chinas, Japans und Koreas trotz gewisser Ähnlichkeiten merklich, alle drei Länder weisen typische fachliche Schwerpunkte auf. Noch ausgeprägtere Abweichungen finden sich in den Profilen Indiens sowie (insgesamt betrachtet) der ASEAN-Staaten mit klaren Schwerpunkten in den Bereichen Informatik, Elektrotechnik, Maschinenbau sowie Wirtschaftswissenschaften. Einzelne Länder, insbesondere im ASEAN-Raum, haben teils noch spezifischere Profile, was für diesen Bericht aber nicht im Detail untersucht wurde.

Inhaltliche Schwerpunkte im Bereich Technologie

Ähnlich wie im Bereich der wissenschaftlichen Aktivitäten liegen bei gesamthafter Betrachtung der Forschungsregion auch im Bereich der Patentierung klare relative Schwerpunkte⁷ in den Bereichen Halbleiter, Audiovisuelle Technik, Optik sowie, etwas nachgeordnet, in den Bereichen Elektrische Maschinen und Anlagen, Telekommunikation, Digitale Kommunikation, Chemie/Kunststoffe, Oberflächen und Materialien. Unterspezialisiert sind die APRA-Länder dagegen in den Bereichen Bauwesen, Medizintechnik, Maschinenelemente, Motoren/Turbinen, Werkzeugmaschinen, andere Spezialmaschinen, Biotechnologie, Pharmazie, Medizintechnik, aber auch Nanotechnologie, Verfahrenstechnik und Umwelttechnik. Absolut betrachtet finden sich Stärken ebenfalls v.a. bei Digitalen Kommunikationstechnologien und Computertechnologie sowie in den Bereichen Organische Chemie und Pharmazie.

Ähnlich wie im wissenschaftlichen Bereich zeigen sich somit klare relative Schwerpunkte (d. h. Spezialisierungen) insbesondere in den Bereichen Computertechnik, Digitale Kommunikationstechnik sowie Elektrische Maschinen, die sich vor allem im Bereich Computertechnik aufgrund hoher absoluter Zuwächse noch einmal verstärkt haben. Im Bereich Halbleiter blieb das Profil stabil, während die Spezialisierung in den Bereichen Elektrische Anlagen, Telekommunikationstechnik und Digitale Kommunikationstechnik abnahm.

⁶ Wobei die Spezialisierungen in den verschiedenen APRA-Ländern teils merklich voneinander abweichen und in einzelnen Ländern gerade auch im Bereich der Bioökonomie wettbewerbsfähige Industrien existieren.

⁷ Zur Erläuterung der Begriffe relative und absolute Schwerpunkte bzw. Spezialisierungen vgl. die Ausführungen zum Abschnitt „Schwerpunkte in der Wissenschaft“.

Zu einer stärkeren Ausprägung relativer Profile kam es zudem in den Bereichen Datenverarbeitung sowie Steuer- und Regeltechnik, die gemeinsam mit dem sehr kleinen Bereich Nahrungsmittelchemie die höchsten relativen Zuwächse verzeichneten und mittlerweile auch absolut eine gewisse Rolle spielen. Das technologische Profil der Region bleibt damit dem deutschen komplementär (vgl. Abbildung 11).

Festzuhalten ist darüber hinaus, dass das Patentaufkommen des APRA mittlerweile in fast allen Bereichen das der EU und typischerweise auch das der USA überschreitet. Wenngleich diese Zahlen keine direkten Ableitungen zur Wettbewerbsfähigkeit in spezifischen Bereichen erlauben, ist festzuhalten, dass das Patentaufkommen der Region quantitativ in einem erheblichen Ausmaß wächst. Insbesondere im Bereich digitaler Technologien werden mittlerweile um Faktor 2–3 mehr Patente angemeldet als in Europa. Vorherige Berichte des APRA-Monitorings belegen darüber hinaus, dass die Qualität der Patente nach gängigen Kriterien nicht mehr pauschal geringer ist als in westlichen Ländern (BMBF/DLR-PT, 2021).

Auch im technologischen Bereich ist die Region dabei, ein immer stärkeres Profil im Bereich relevanter Zukunftstechnologien – v.a. im digitalen Bereich – zu entwickeln, während die etablierten Industrienationen in eher traditionellen Bereichen spezialisiert sind. Deutschland nimmt in diesen neuen Technologien nur mehr eine seiner wirtschaftlichen Größe entsprechende Rolle ein und liegt damit absolut deutlich hinter dem APRA zurück, zu deren Patentaufkommen vor allem China, aber auch Japan und Korea maßgeblich beitragen⁸. Auch die Europäische Union insgesamt liegt mit Blick auf potenziell hochwertige Patente im digitalen Bereich zunehmend deutlich hinter der Gruppe der APRA-Länder zurück. Selbst die USA können zwar noch mit China oder Japan, nicht aber mit der Region insgesamt mithalten.

Treibend für diesen deutlichen Vorsprung ist in fast allen Bereichen China, das auch hinsichtlich des absoluten Patentaufkommens Korea, Japan und ver-

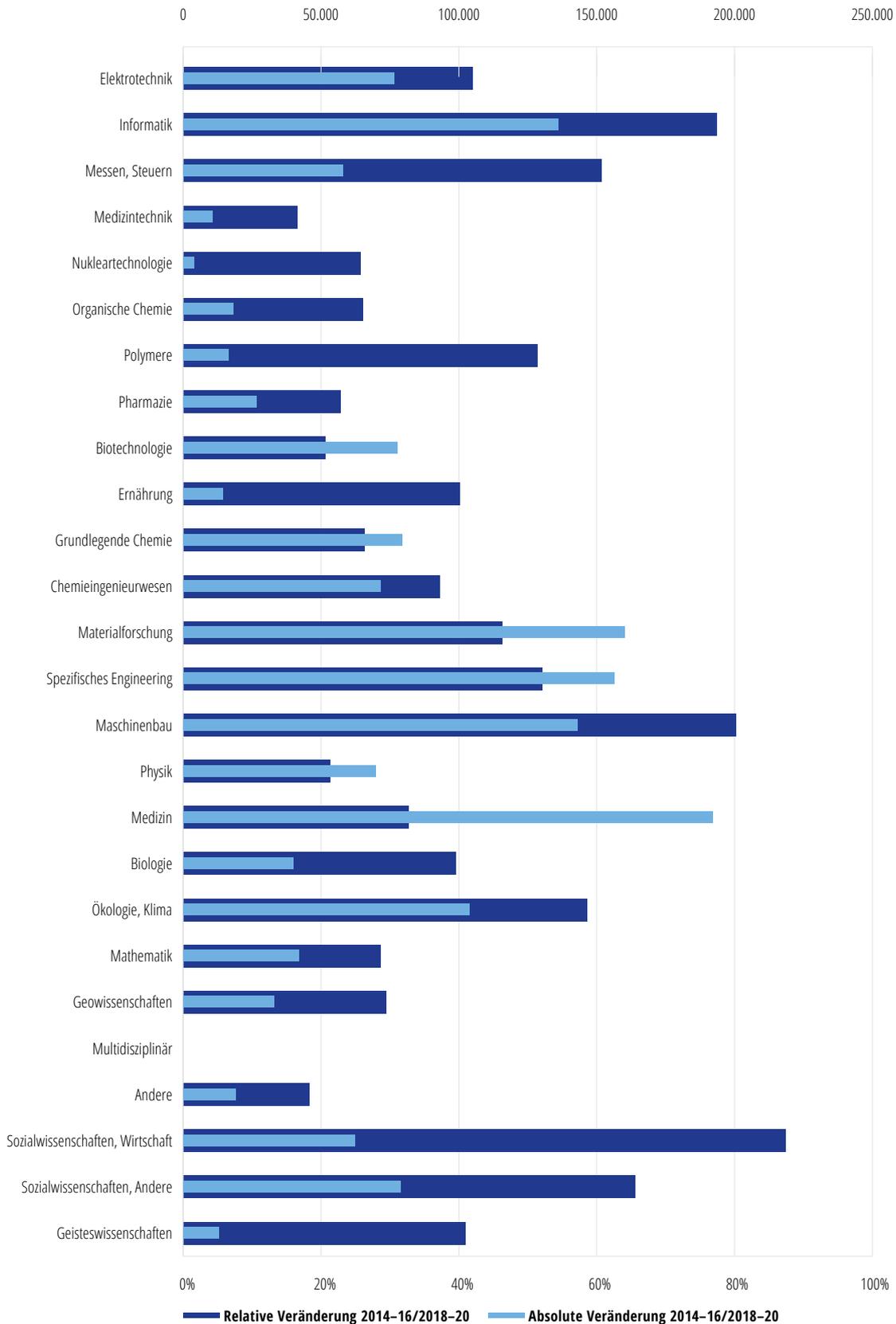
mutlich auch bereits die USA überholt hat (2019 lagen beide Länder gleichauf). Auch die strukturellen Charakteristika des technologischen Profils des APRA werden daher in ihrer Gesamtheit überwiegend durch China geprägt, wenngleich Japan und Korea eine wesentlichere Rolle zukommt als im wissenschaftlichen Bereich. Anders als mit Blick auf das Publikationsaufkommen spielt aus technologischer Perspektive Indien noch keine maßgebliche Rolle.

Wie Abbildung 12 deutlich macht, sind, anders als im wissenschaftlichen Bereich, die Profile der drei Nationen durchaus unterschiedlich. Gemeinsam ist allen drei Ländern eine Spezialisierung im Bereich Audiovisuelle Technik und Halbleitertechnik. In China finden sich zudem herausragende Spezialisierungen in den zwei Bereichen Digitale Kommunikationstechnik und Computertechnik, in Japan in den Bereichen Optik, Kunststoffe/Chemie, Oberflächen und Materialien, in Korea in den Bereichen Datenverarbeitung, Nahrungsmittelchemie und sonstige Konsumgüter. Im Gegensatz hierzu ist Indien noch einmal stärker auf den Bereich Datenverarbeitung fokussiert, ergänzt durch Spezialisierungen in den Bereichen organische Chemie und Pharmazie sowie, etwas nachgeordnet, Digitale Kommunikationstechnik und Computertechnik. In den ASEAN-Staaten finden sich relative Schwerpunkte in den Bereichen Mikrostruktur- und Nanotechnologie (überwiegend Singapur) sowie Nahrungsmittelchemie und Datenverarbeitung.

Absolut betrachtet unterscheidet sich das themenspezifische Patentaufkommen verschiedener APRA-Länder teils um Größenordnungen und ist daher nicht leicht miteinander zu vergleichen. Deutlich wird dennoch, dass in Japan ein zentraler Schwerpunkt im Maschinenbau und dem Bereich Transport (Automotive) liegt, während sich das chinesische Patentaufkommen in den Bereichen Computertechnik und Digitale Kommunikationstechnik konzentriert – nicht aber in gleichem Maße in der Halbleitertechnik. Korea nimmt eine Zwischenposition ein, in Indien findet sich ein dem China vergleichbares Profil – allerdings auf einem erheblich niedrigeren Niveau.

⁸ Der Beitrag Taiwans ist aufgrund der besonderen staatsrechtlichen Situation nicht einfach vollständig zu erfassen und würde den Vorsprung tendenziell noch erhöhen.

ABBILDUNG 11: Entwicklung des Publikationsaufkommens im asiatisch-pazifischen Forschungsraum; nach Disziplinen (links); Publikationsaufkommen nach führenden Ländern; nach Disziplinen (rechts)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

FORTSETZUNG Abbildung 11

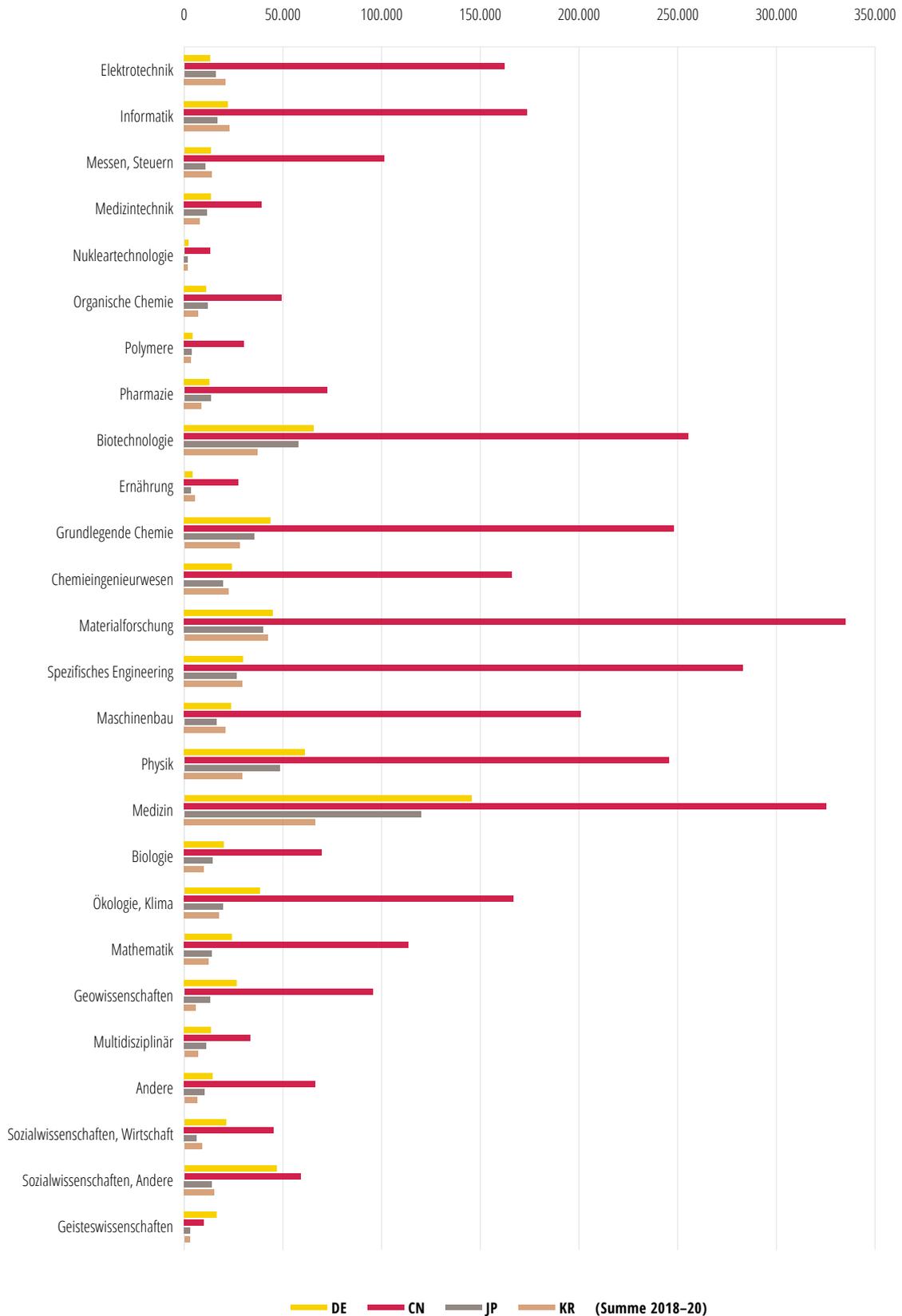
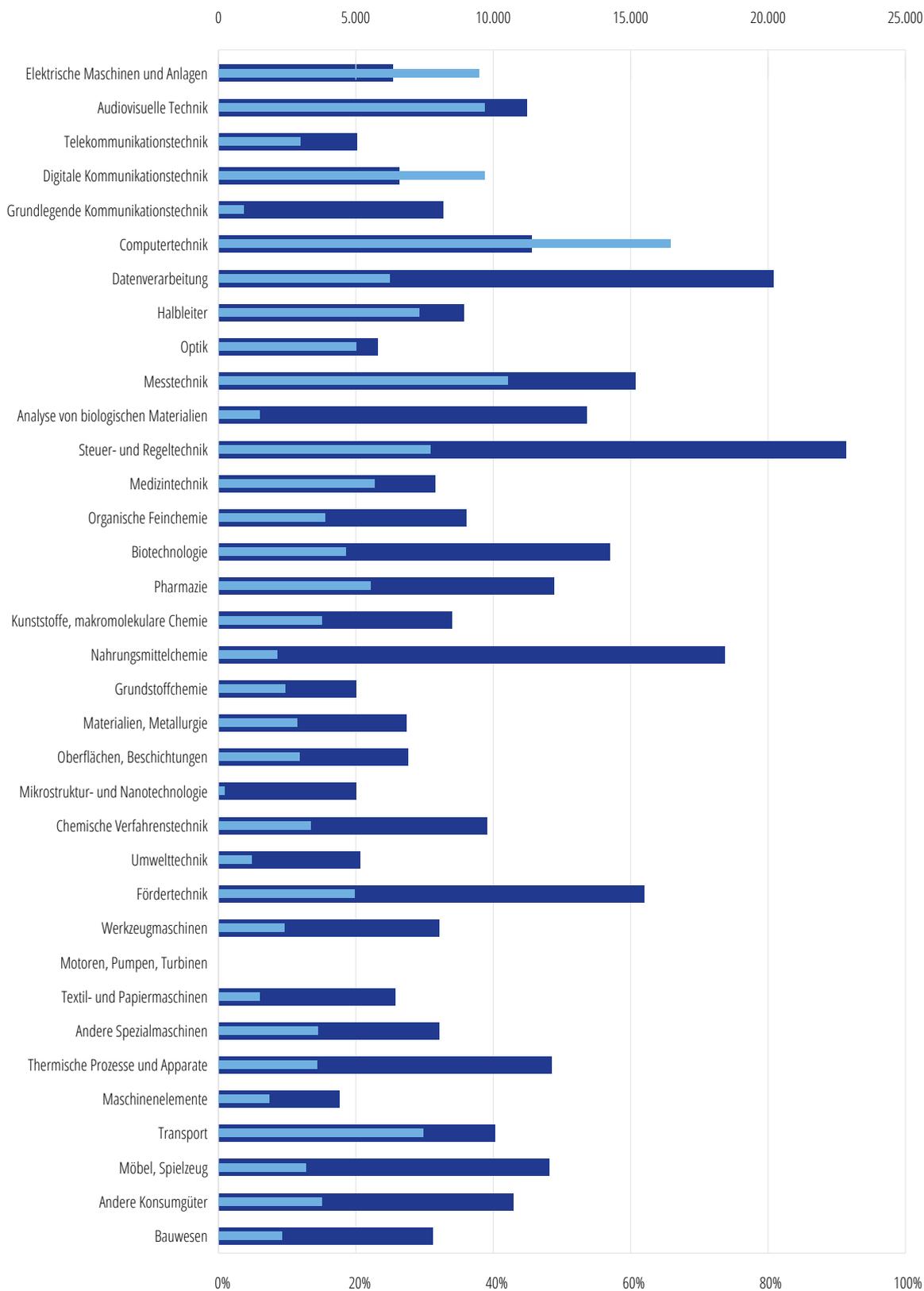
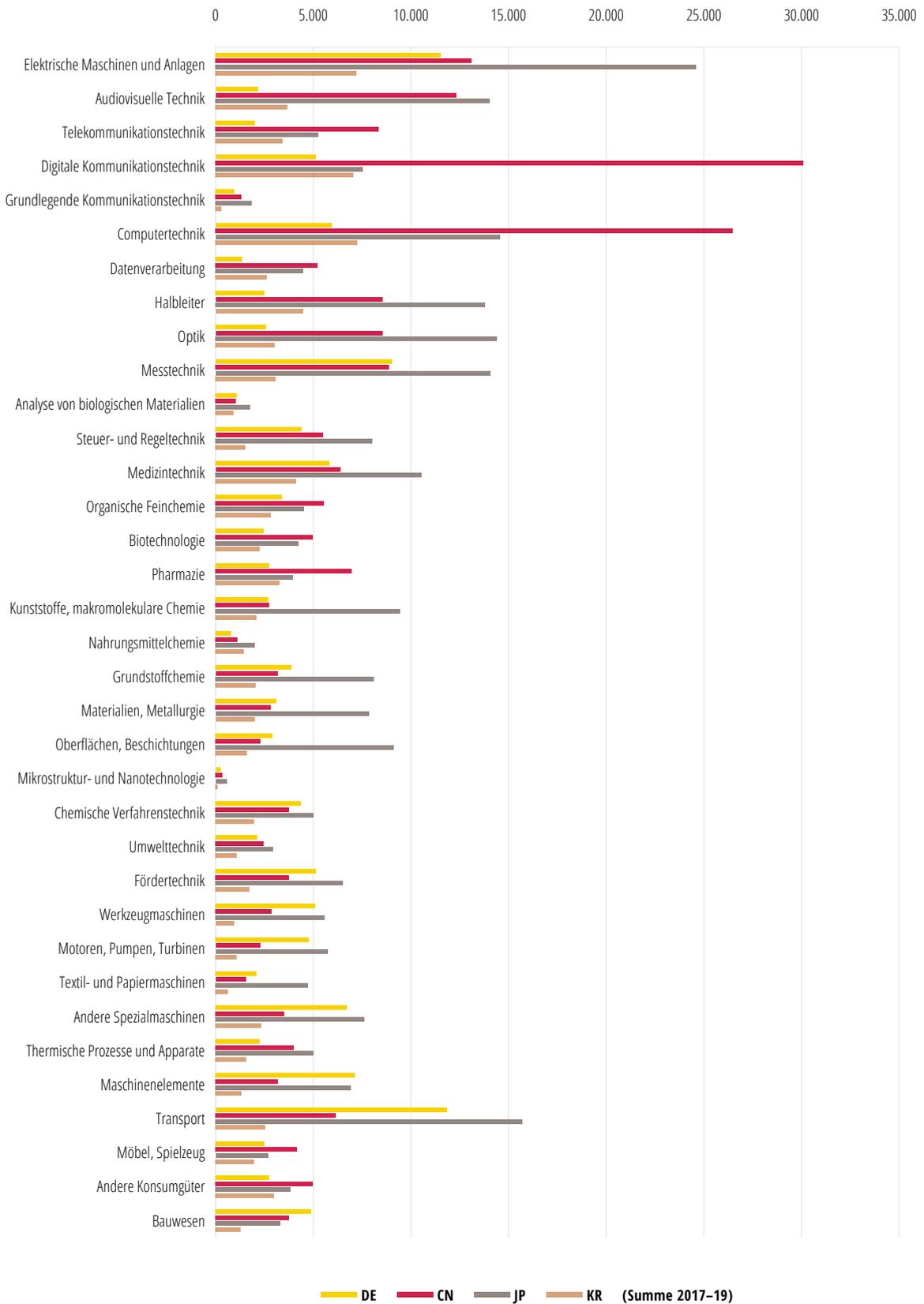


ABBILDUNG 12: Entwicklung des transnationalen Patentaufkommens im asiatisch-pazifischen Forschungsraum; nach Disziplinen (links); Transnationales Patentaufkommens nach führenden Ländern; nach Disziplinen (rechts)



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

FORTSETZUNG Abbildung 12



Kapitel 3: Integration der asiatisch-pazifischen Länder in den asiatisch-pazifischen Forschungsraum

Anteil APRA (vs. USA/Europa) an der wissenschaftlichen Kooperation einzelner APRA-Länder

Wie Abbildung 12 zeigt, spielt die wissenschaftliche Kooperation innerhalb des APRA, quantitativ abgebildet in Ko-Publikationen, nicht zuletzt für kleinere APRA-Länder eine wesentliche Rolle. Mit Ausnahme Chinas ist sie zudem innerhalb des letzten Jahrzehnts⁹ in allen hier betrachteten Ländern noch einmal merklich angestiegen, was sowohl in allen anderen APRA-Ländern als auch in den Vergleichsländern v.a. die steigende Bedeutung Chinas als wissenschaftlichem Kooperationspartner spiegelt. Akademische Ko-Publikationen zwischen bestimmten Wirtschaftsräumen bzw. Ländern dokumentieren dabei die Ko-Autorenschaft von Wissenschaftler:innen, die in den jeweiligen Nationen arbeiten, ungeachtet von deren Nationalität. Neben durch internationalen Austausch angebahnten Kooperationen sind somit auch Kooperationen erfasst, die sich aus fortbestehenden Heimatkontakten international mobiler Wissenschaftler:innen ergeben.

Strukturell zeigt sich ein Fokus auf wissenschaftliche Verflechtungen mit anderen APRA-Ländern am deutlichsten in Indonesien, gefolgt von Singapur, Taiwan und Vietnam. Insbesondere in Taiwan, Singapur und Vietnam kam es dabei noch einmal zu merklichen relativen Bedeutungszunahmen. In den meisten APRA-Ländern sind ca. 40–50% aller wissenschaftlichen Kooperationen solche mit anderen APRA-Nationen, denen damit ein Anteil deutlich über dem der USA bzw. Europas zukommt. In Indien und China werden allerdings nur ca. 35% bzw. knapp unter 30% erreicht, was sich aus der insgesamt globaleren Ausrichtung beider Länder ergibt. Anders als in Indien hat sich für China die relative Rolle der APRA-Länder als Kooperationspartner sogar leicht verringert. Dies ergibt sich allerdings nicht daraus, dass die Kooperationen mit APRA-Ländern absolut zurückgingen, sondern daraus, dass die Zahl rein chinesischer Publikationen parallel sehr stark anstieg, sodass sich die Relationen allgemein zu Ungunsten von Ko-Publikationen verschoben haben. Damit der relative Anteil der Kooperation Chinas mit anderen APRA-Ländern konstant bliebe, müsste

deren Zahl absolut um den Faktor 3–4 ansteigen. Dieser Anstieg wiederum wird durch die geringe Kooperationsneigung Japans und Koreas sowie die eher geringe Größe der Wissenschaftssysteme vieler anderer APRA-Länder limitiert. In Deutschland, Frankreich und Großbritannien entfallen zurzeit ca. 20% aller Kooperationen auf die APRA-Länder, in den USA dagegen über 40%. In letzterem spiegelt sich neben intensiven fachlichen Kooperationen auch die in den 1990er-2010er Jahren starke akademische Mobilität den USA und dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum.

Für fast alle APRA-Länder – mit Ausnahme Chinas, das sich in seiner eigenen Zusammenarbeit eher global orientiert – sind Akteure aus der Region damit mittlerweile die dominierenden Partner im Bereich der wissenschaftlichen Kooperation geworden. Dies ergibt sich vor allem durch die zunehmend bedeutendere Rolle Chinas, das sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten immer aktiver als akademischer Kooperationspartner für asiatische Schwellen- und Entwicklungsländer positioniert hat. Von relativ geringerer Bedeutung sind die Kooperationen mit dem APRA in Indien. Dort liegen sie mit einem Anteil von 35% zwar ebenfalls über jenen mit europäischen oder US-amerikanischen Partnern, nicht aber um fast das Doppelte darüber, wie es anderen APRA-Ländern üblich wäre. Geringer ausgeprägt ist die Rolle APRA-interner Kooperation zudem in Korea, wo den USA traditionell eine große Rolle zukommt, sowie in China selbst, das global mit exzellenten Partnern zu kooperieren bestrebt ist, die sich häufig noch eher in den etablierten westlichen Wissenschaftsnationen finden. In Australien und Neuseeland hingegen gehört die traditionell stärkere Ausrichtung auf westliche Kooperationspartner hingegen fast der Vergangenheit an. Für Australien spielt die wissenschaftliche Kooperation mit China mittlerweile eine größere Rolle als die mit der vormaligen Kolonialnation Großbritannien. Ein ähnliches Bild zeigt sich auch in Indien, wo China neben der ehemaligen Kolonialnation Großbritannien mitt-

⁹ Konkreter Vergleichszeitraum Mittelwert 2010–12 vs. Mittelwert 2018–20.

lerweile immerhin die zweitstärkste Rolle zukommt. In Neuseeland ist es vor allem die Ausrichtung auf die benachbarte APRA-Nation Australien, die die hier dominierende Rolle des APRA erklärt. Inwieweit diese Muster vor dem Hintergrund zunehmender geopolitischer Spannungen Bestand haben können, wird sich in den nächsten Jahren ergeben. Bis 2020 waren, zumindest im wissenschaftlichen Bereich, keine negative Effekte nachweisbar.

Die relative Bedeutung Deutschlands als wissenschaftlicher Partner hat sich im Laufe des letzten Jahrzehnts in den meisten APRA-Ländern nicht maßgeblich verändert. Am höchsten liegt sie in Japan,

Neuseeland und Australien mit 11,6%, 15% und 9,8%, in den meisten anderen Ländern zwischen 6% und 8%, nur in Malaysia, das sich stärker nach Großbritannien sowie auf andere muslimische Nationen hin orientiert, liegt sie bei lediglich ca. 3%. In Indien und Vietnam hat sie in den vergangenen Jahren deutlich, in Indonesien und China leicht abgenommen (vgl. Tabelle A3). Im Fall von Indien und Indonesien ist dies v.a. der zunehmenden Rolle Chinas geschuldet, in Vietnam spielen auch zunehmende Kooperationen mit dem Iran eine Rolle. In den meisten anderen APRA-Ländern ergaben sich nur geringe Abweichungen. Leichte relative Bedeutungszuwächse wurden dabei in Japan, Neuseeland und Singapur verzeichnet.

Anteil APRA (vs. USA/Europa) an der technologischen Kooperation einzelner APRA-Länder

Wie Abbildung 13 zeigt, spielt die technologische Kooperation innerhalb des APRA, abgebildet in Ko-Patenten, insbesondere für kleinere APRA-Länder eine wesentliche Rolle. Mit Ausnahme von Taiwan ist sie zudem innerhalb des letzten Jahrzehnts¹⁰ in allen Ländern noch einmal graduell bis deutlich angestiegen. Wie im vorhergehenden Kapitel zu technologischen Kompetenzen bereits ausgeführt, deutet eine solche relative Verstärkung der Ko-Patentierungsbeziehungen meist auch auf stärkere Konzernverflechtungen hin, d.h. Entwicklungskooperationen von Mitarbeitenden an verschiedenen Zweigniederlassungen, die dann als in verschiedenen Staaten ansässige Erfinder:innen auf einem Patent Erwähnung finden. In welchem dieser beiden so erfassten Länder der Hauptsitz des entsprechenden Unternehmens ist (oder auch in einem dritten), lässt sich aus den vorliegenden Daten nicht entnehmen. Ko-Patentverflechtungen mit anderen Wirtschaftsräumen und Ländern können somit einerseits auf technologische Führerschaft und damit einhergehende Auslandsinvestitionen (naheliegende Deutung im Falle Japans, Koreas, der USA usw.), andererseits aber auch auf technologische Abhängigkeit und eine damit einhergehende starke Rolle ausländischer Konzerne im Land hindeuten (naheliegende Deutung im Falle Indonesiens, Indiens, Thailands, Vietnams usw.). Im sich dynamisch entwickelnden China

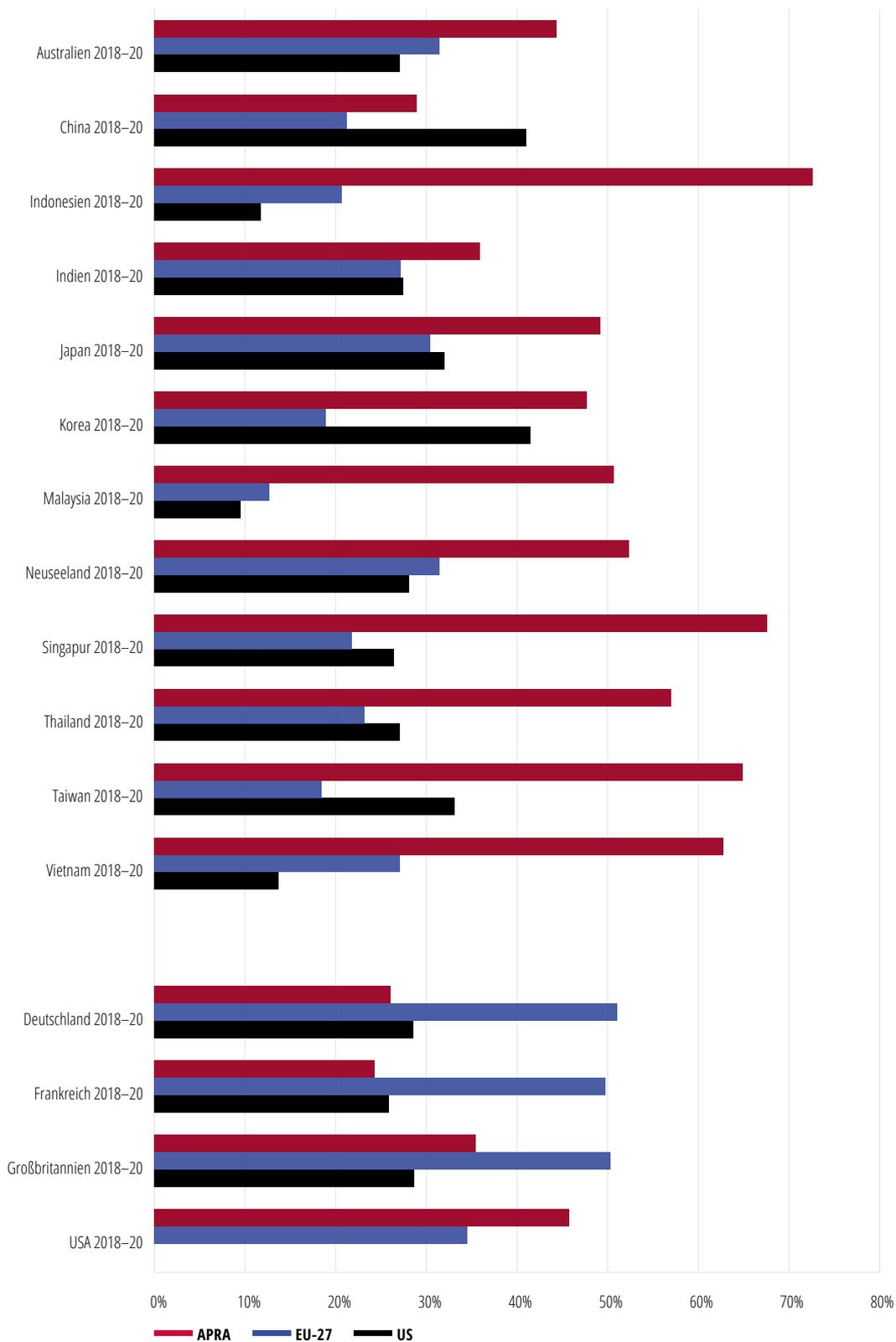
werden entsprechende Effekte inzwischen gleichermaßen durch ausländische Investitionen in China wie auch durch chinesische Investitionen im Ausland begründet.

Strukturell zeigen sich technologische Verflechtungen mit anderen APRA-Ländern am deutlichsten in Indonesien, gefolgt in gewissem Abstand von Thailand, Singapur und Vietnam. Insbesondere in Indonesien und Vietnam kam es dabei noch einmal zu deutlichen relativen Bedeutungszunahmen. In den meisten größeren APRA-Ländern sind ca. 30–40% aller technologischen Kooperationen solche mit anderen APRA-Ländern, ein Wert in der Größenordnung dessen, den auch die USA erreichen. In Deutschland, Frankreich und Großbritannien hingegen sind nur ca. 10–20% aller Kooperationen solche mit APRA-Ländern, hier ist die Verflechtung deutlich geringer. Ähnliches gilt für Indien, das durch seine Lage in Südasien und sein geopolitisch gespanntes Verhältnis zu China deutlich weniger in den Ost-/Südostasiatischen Wirtschaftsraum eingebunden ist. Zwar hat sich auch dort diese Einbindung graduell verstärkt, ähnlich wie in Deutschland, Frankreich oder Großbritannien zeigen sich allerdings keine Anzeichen für eine strukturelle Neuorientierung. Anders ist dies in Australien, wo sich mit einer Erhöhung des APRA-Kooperationsanteils von 21% auf 36% eine grundsätzliche Neuausrichtung abzeichnet¹¹.

¹⁰ Konkreter Vergleichszeitraum Mittelwert 2010–12 vs. Mittelwert 2017–19.

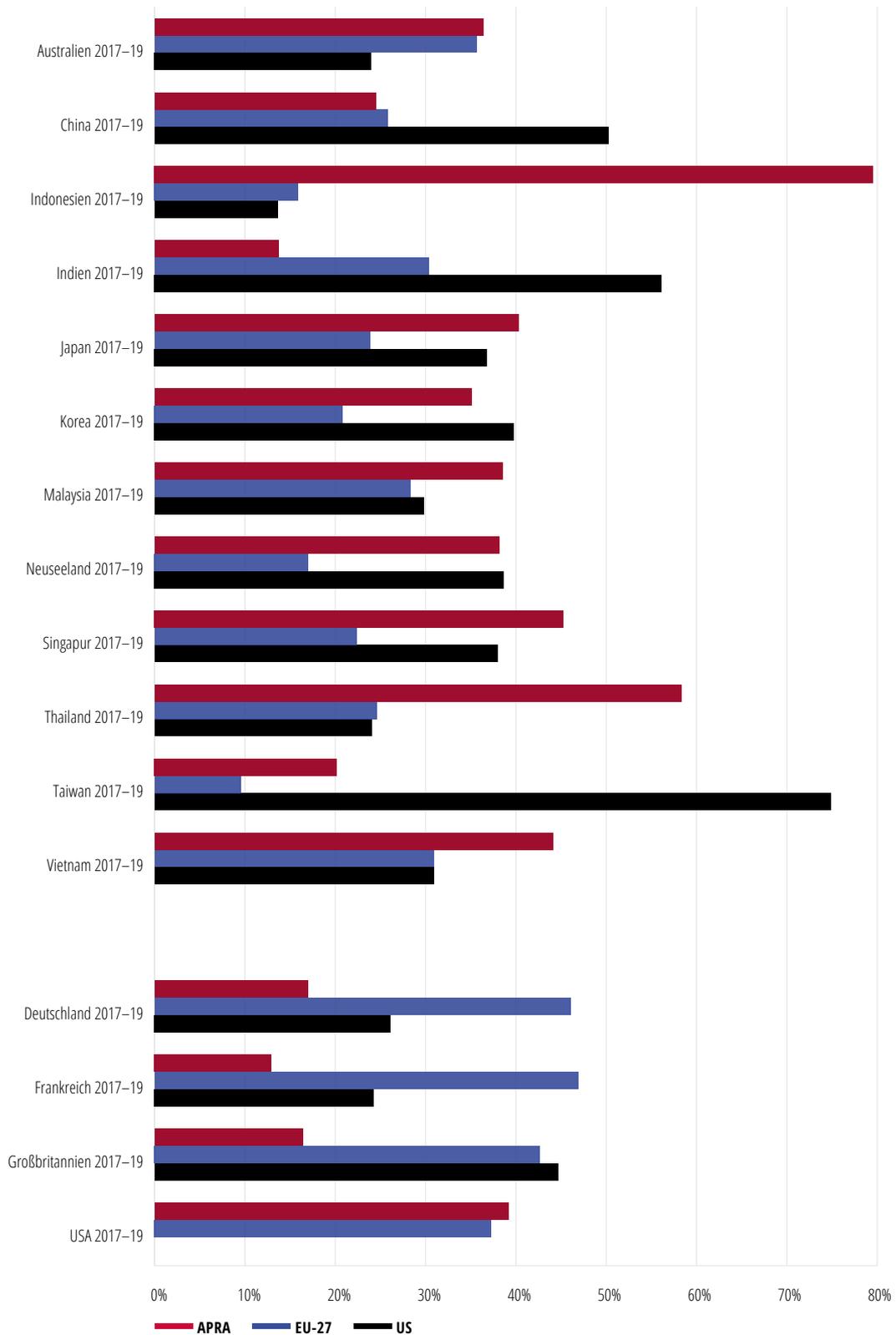
¹¹ Inwieweit dies vor dem Hintergrund der sich verschlechternden Beziehungen zu China Bestand haben wird, müssen zukünftige Studien bewerten. Gegen eine grundsätzliche Umkehrung der laufenden Prozesse spräche, dass neben China auch andere APRA-Partnerstaaten eine Rolle für Australiens Neuorientierung spielen, während der vormalige Partner Großbritannien seine Aktivitäten in der Region nicht wieder verstärkt hat. Zudem sind bereits bestehende Standorte chinesischer Unternehmen auch in Australien bislang nicht von unmittelbarer Schließung bedroht.

ABBILDUNG 13: Anteile zentraler Weltregionen an allen Ko-Publikationen der APRA-Länder sowie ausgewählter Vergleichsländer



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

ABBILDUNG 14: Anteile zentraler Weltregionen an allen Ko-Patenten der APRA-Länder sowie ausgewählter Vergleichsländer



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

In den meisten APRA-Ländern spielt die Forschungsregion selbst als technologischer Partner damit mittlerweile oder schon länger eine größere Rolle als die Europäische Union, Ausnahmen hiervon bilden lediglich China und, merklich eindeutiger, Indien. Eine große Rolle der USA findet sich aufgrund der besonderen politischen Situation prominent in Taiwan sowie in Indien, dass aus o.g. Gründen weniger direkte Kooperationen mit China eingeht. Auch für China selbst allerdings spielen technologische Verflechtungen mit den USA eine größere Rolle als solche mit Europa oder den umgebenden APRA-Ländern. Zudem spielen Verflechtungen mit US-amerikanischen Konzernen in den etablierten asiatischen Technologienationen noch immer eine mit jenen anderer APRA-Länder vergleichbare Rolle. Dies gilt für sowohl Japan, Korea als auch für Singapur.

Anteil APRA (vs. USA/Europa) an der wirtschaftlichen Kooperation einzelner APRA-Länder

Auch mit Blick auf die wirtschaftlichen Austauschbeziehungen zeigen sich in der Region unterschiedliche Integrationsgrade. In wirtschaftlich kleineren Ländern wie Malaysia, Singapur, Taiwan, Thailand und Vietnam entfallen ca. 50–60% aller Handelsströme auf den asiatisch-pazifischen Forschungsraum, in Indonesien und Australien sind es sogar deutlich über 60%. In den Europäischen Vergleichsländern dagegen spielt der APRA – im Schatten des Europäischen Binnenmarkts – nur eine untergeordnete Rolle von zwischen 15% und 20%. In den USA hingegen werden deutlich höhere Werte von um die 30% erreicht.

Relativ betrachtet, ist der APRA damit für fast alle Länder der Region der größte Handelspartner, dessen Bedeutung die der Europäischen Union und der USA mit Blick auf Exporte um meist Faktor 4–5 übersteigt, die einzigen Ausnahmen bilden China und Indien. Mit Blick auf die Importe zeigt sich ein noch eindeutigeres Bild, hier ergibt sich auch für Indien und China eine eindeutige Dominanz asiatischer Handelspartner.

Unterschiede ergeben sich dabei allerdings nicht allein aus dem Umfang der Integration, von Interesse sind darüber hinaus auch die Handelsbilanzen. Positive Handelsbilanzen innerhalb des APRA finden sich für Australien, Korea, Malaysia, Singapur und Taiwan, negative v.a. für Indien und Vietnam sowie in geringerem Maße für Japan, Thailand und China. China

Die technologischen Verflechtungen mit Deutschland haben im letzten Jahrzehnt in Malaysia, Indien, Thailand und Neuseeland zugenommen, in Indonesien, Vietnam, Singapur dagegen merklich abgenommen. Auch in Japan, Taiwan und Australien waren leichte Abnahmen zu verzeichnen, hinsichtlich der Verflechtungen mit China und Korea ergaben sich keine ausgeprägten Veränderungen (vgl. Tabelle A4). In den unterschiedlichen Ländern des APRA hat die relative Bedeutungsabnahme Deutschlands dabei recht unterschiedliche Ursachen. In Vietnam übernahmen v.a. Korea und Frankreich größere Anteile, in Singapur, Australien und Japan verstärkte sich die Kooperation mit China, in Indonesien jene mit Singapur und in Taiwan überwiegend jene mit den USA.

konnte dabei seine vormals stark negative Handelsbilanz in den letzten zehn Jahren deutlich verringern. Indonesiens und Neuseelands Handelsbilanzen sind überwiegend neutral. Unter den Vergleichsländern weisen vor allem die USA, Frankreich und Großbritannien ausgeprägte Handelsbilanzdefizite auf, lediglich für Deutschland ergibt sich aufgrund gegenläufiger Exporte ein deutlich anderes Bild. Anders als in Frankreich und Großbritannien hat sich die Handelsbilanz der USA dabei in den letzten zehn Jahren nochmals erkennbar verschlechtert.

Die Gründe hierfür sind vielfältig und auf Basis der hier analysierten Daten nicht immer im Detail zu identifizieren. In der Handelsbilanz Australiens spiegelt sich jedoch ohne Zweifel seine zentrale Rolle als Rohstofflieferant wider, Vietnam und Indien beziehen zahlreiche Waren aus v.a. chinesischer Produktion, ohne sich selbst als Produktionsplattformen etabliert zu haben. In Thailand, Malaysia und Indonesien werden solche Importe stärker durch den Export von in diesen Ländern gefertigten Komponenten ausgeglichen. Gleiches gilt für Fertigprodukte und hochqualitative Komponenten aus den entwickelten Nationen Japan, Korea und Taiwan. Aufgrund der Funktion Singapurs als bedeutender Umschlaghafen ist die Handelsbilanz des Stadtstaates nur bedingt im Sinne der klassischen Handelstheorie oder mit Blick auf Wertschöpfungsketten zu interpretieren.

TABELLE 1: Anzahl international mobiler Studierender aus den APRA- und Benchmark-Ländern in die Region (außer China und Singapur) und in Benchmark-Ländern für die Jahre 2015–19

Outgoing aus ↓	ZIELREGION: APRA					ZIELREGION: BENCHMARK-LÄNDERN				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Australien	3.179	3.396	3.574	3.304	3.155	6.748	7.123	7.580	7.576	7.736
China	279.947	301.153	329.458	360.448	398.339	431.494	447.997	470.721	495.265	518.358
Hongkong	9.293	9.918	9.913	10.467	10.555	24.656	24.722	24.187	23.447	23.242
Indonesien	22.518	24.038	23.165	24.880	30.085	14.363	15.430	15.618	14.665	14.371
Indien	56.770	66.559	70.196	90.936	112.594	143.178	166.668	175.249	174.264	183.974
Japan	4.514	4.929	5.475	5.670	5.872	21.575	21.837	21.098	20.682	20.505
Macau	1.246	1.117	1.078	1.144	1.036	1.059	1.123	2.072	1.234	1.311
Malaysia	23.352	24.031	23.900	24.487	24.745	26.516	27.512	26.676	25.489	23.731
Neuseeland	2.563	2.661	1.731	1.639	1.731	2.154	2.313	2.445	2.737	2.817
Singapur	10.581	10.838	9.440	9.562	9.628	12.462	12.586	12.257	11.838	11.662
Korea	23.845	23.637	26.307	26.295	26.290	74.928	72.095	68.443	64.896	62.641
Thailand	10.818	11.957	13.592	14.129	13.928	14.144	13.850	13.493	13.649	13.488
Vietnam	28.893	39.969	49.875	61.459	73.841	30.150	32.793	33.875	35.930	36.775
Deutschland	2.812	3.218	3.158	3.129	3.348	27.221	26.516	26.592	24.159	23.972
Frankreich	2.637	3.117	3.394	3.423	3.631	25.050	25.516	26.633	28.194	28.857
Großbritannien	3.050	3.491	3.792	3.995	4.223	13.394	14.337	14.710	15.821	15.722
USA	10.302	10.802	10.995	11.332	11.661	23.302	24.186	25.638	28.202	30.380

QUELLE: UNESCO, Studierendenstatistik; DAAD-Berechnung

Integration asiatisch-pazifischer Länder in den APRA über Studierendenmobilität

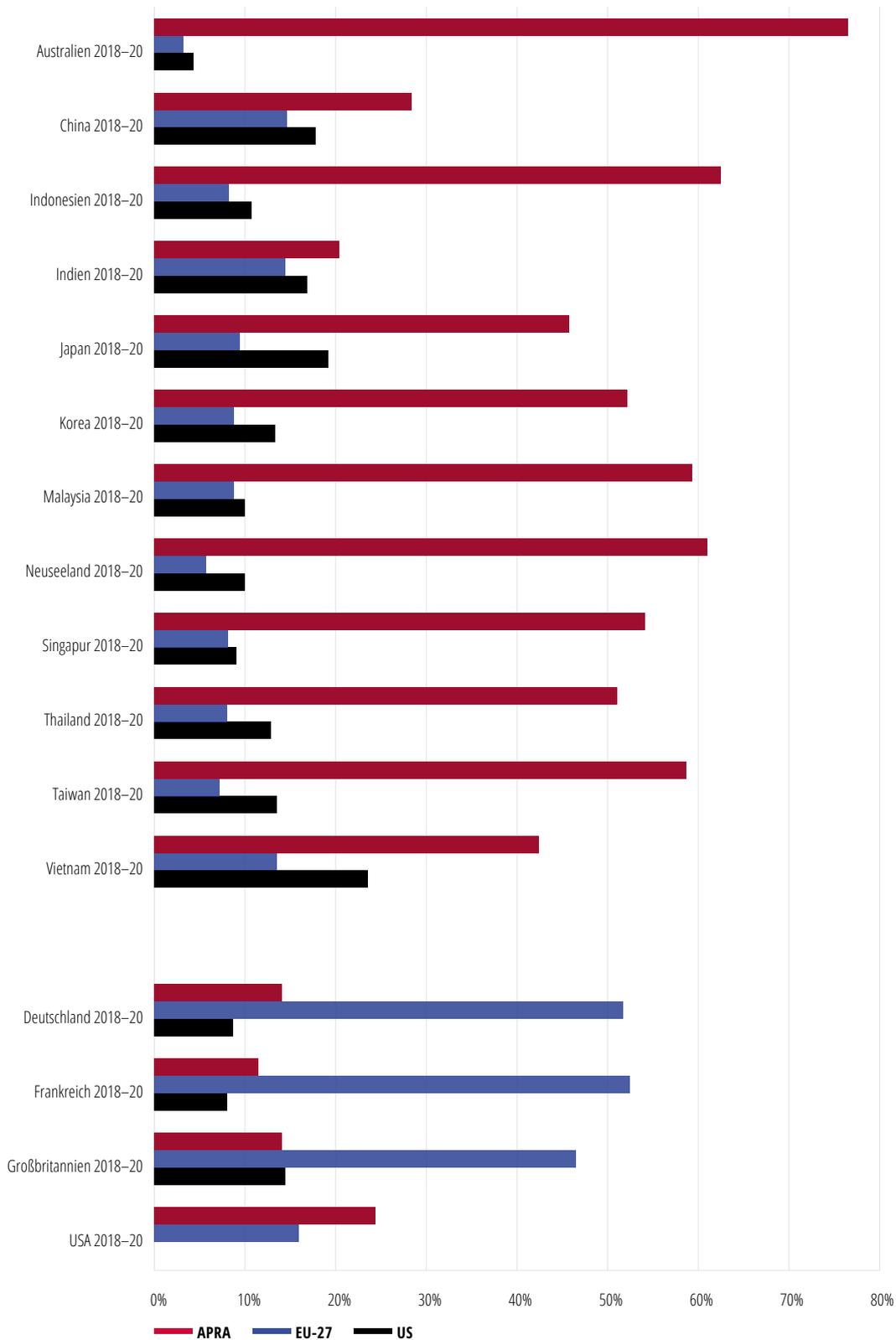
Studierendenmobilität fördert das wechselseitige Kennenlernen der beteiligten Länder. Das kann sich positiv auf die Bereitschaft zu einer späteren Kooperation auswirken und damit die zukünftige technologische Kooperation begünstigen. Für den Zeitraum 2015–19 wurde die Mobilität von Studierenden zwischen den Ländern des APRA einer genaueren Analyse unterzogen. Die Datenlage ist allerdings nicht für alle APRA-Länder gleich gut. Das gilt insbesondere für China und Singapur, die keine Daten zur Herkunft und Zahl der ins Land kommenden Studierenden veröffentlichten. Aus diesem Grund mussten die folgenden Analysen teilweise ohne Berücksichtigung Chinas und Singapurs erstellt werden. Als Datengrundlage wurden bei dieser Auswertung, die von den einzelnen Ländern an die UNESCO gelieferten Zahlen verwen-

det. Dabei wird als das Herkunftsland der Studierenden¹² das Land zugrunde gelegt, in dem diese ihre Hochschulzugangsberechtigung erworben haben.

Zunächst soll betrachtet werden, wie sich die Mobilitäten aus den APRA-Ländern in andere APRA-Länder (außer China und Singapur) bzw. in die Benchmark-Ländern im Beobachtungszeitraum verändert haben. Die Gesamtzahl der mobilen Studierenden stieg um 27% von 1,28 Mio. auf 1,63 Mio. Personen pro Jahr.

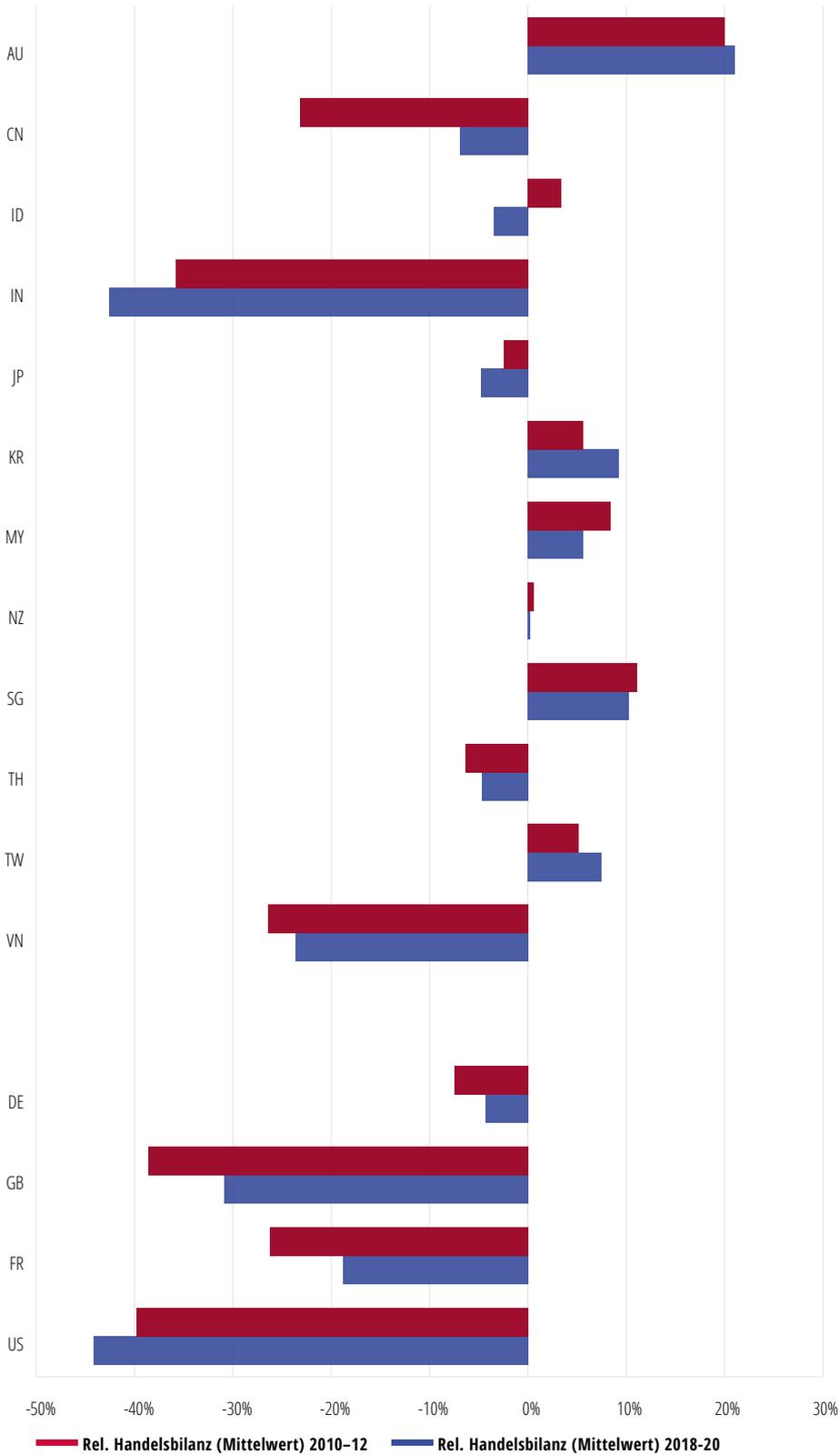
Im Beobachtungszeitraum nahm der Anteil der Personen aus dem APRA, die die Benchmark-Ländern wählten, kontinuierlich ab (von 63% auf 56%), während die Bedeutung der erfassten APRA-Länder zunahm (von 37% auf 44%). Die Bedeutung Deutschlands als

¹² Dies umfasst Studierende im Bachelor-, Master- und Promotionsstudium sowie Studierende, die sonstige Studienabschlüsse anstreben.

ABBILDUNG 15: Rolle der Region als Handelspartner im Vergleich zur Rolle anderer zentraler Weltregionen (Exporte)


QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

ABBILDUNG 16: Relative Handelsbilanzen der APRA-Länder bzw. ausgewählter Vergleichsländer mit dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

Zielland war vergleichsweise gering, der Anteil nahm im Beobachtungszeitraum jedoch im Gegensatz zum Trend bei der Gesamtheit der Benchmark-Ländern zu (von 3,5% auf 4,2%).

Führt man diese Analyse für die einzelnen Länder des APRA und die Benchmark-Länder durch, ergibt sich folgendes Bild: Im Zeitraum 2015–19 ist die Gesamtzahl der mobilen Studierenden in allen APRA-Ländern in den APRA¹³ als Zielregion höher als in die Benchmark-Länder. Eine Ausnahme bildet hier Japan. In den meisten Fällen kommt dem APRA bei Studierenden aus technologisch weniger stark entwickelten APRA-Ländern eine größere Bedeutung zu als bei den Studierenden aus technologisch weiter entwickelten APRA-Ländern. Ausnahmen sind einerseits Singapur und Neuseeland, für die die Bedeutung des APRA als Zielregion vergleichsweise groß ist, sowie Indien, für das die Bedeutung des APRA als Zielregion vergleichsweise gering ist.

Auch mit Blick auf die Veränderungen über die Zeit unterscheiden sich die Länder: Australien und Neuseeland zeigen eine Abnahme des Mobilitätsanteils in die Länder des APRA. Für Indien und Singapur ist keine klare Tendenz erkennbar, während die übrigen APRA-Länder eine teilweise deutliche Zunahme dieses Anteils zeigen – besonders ausgeprägt bei Vietnam. Bei den Benchmark-Ländern ist für die USA eine Abnahme der Mobilitätsanteile in den APRA zu beobachten, für Großbritannien die Tendenz einer Zunahme und für Frankreich und Deutschland sind keine deutlichen Veränderungen erkennbar.

Die verschiedenen APRA-Länder unterscheiden sich in den Präferenzen ihrer international mobilen Studierenden für die anderen APRA-Länder und wie sich diese in den vergangenen Jahren verändert haben. Abbildung 17 zeigt die Durchschnittswerte der prozentualen Verteilung für den Zeitraum 2015–19. Besonders markiert sind die Werte, die sich bezogen auf den Ausgangswert in dieser Zeit deutlich verändert haben.

Außer für Korea und Vietnam ist Australien für alle betrachteten Länder das beliebteste Zielland. Besonders groß ist das Interesse für Studierende aus technologisch weit entwickelten Standorten (Hong-

kong, Neuseeland und Singapur). Ein großes Interesse an Australien zeigen auch Studierende aus Indien, die ansonsten nur in Neuseeland in größerer Zahl studieren. Studierende aus Australien gehen ganz überwiegend nach Neuseeland und (auf im Vergleich hierzu geringem Niveau) nach Japan. Bei Studierenden aus China ist das Interesse breiter gestreut, mit einem Schwerpunkt auf den industrialisierten Ländern Australien, Japan und Korea. Für Studierende aus Hongkong besteht eine klare Fokussierung auf Australien¹⁴. Für Studierende aus Indonesien ist Malaysia das zweitwichtigste Zielland, nach Australien und vor Japan.

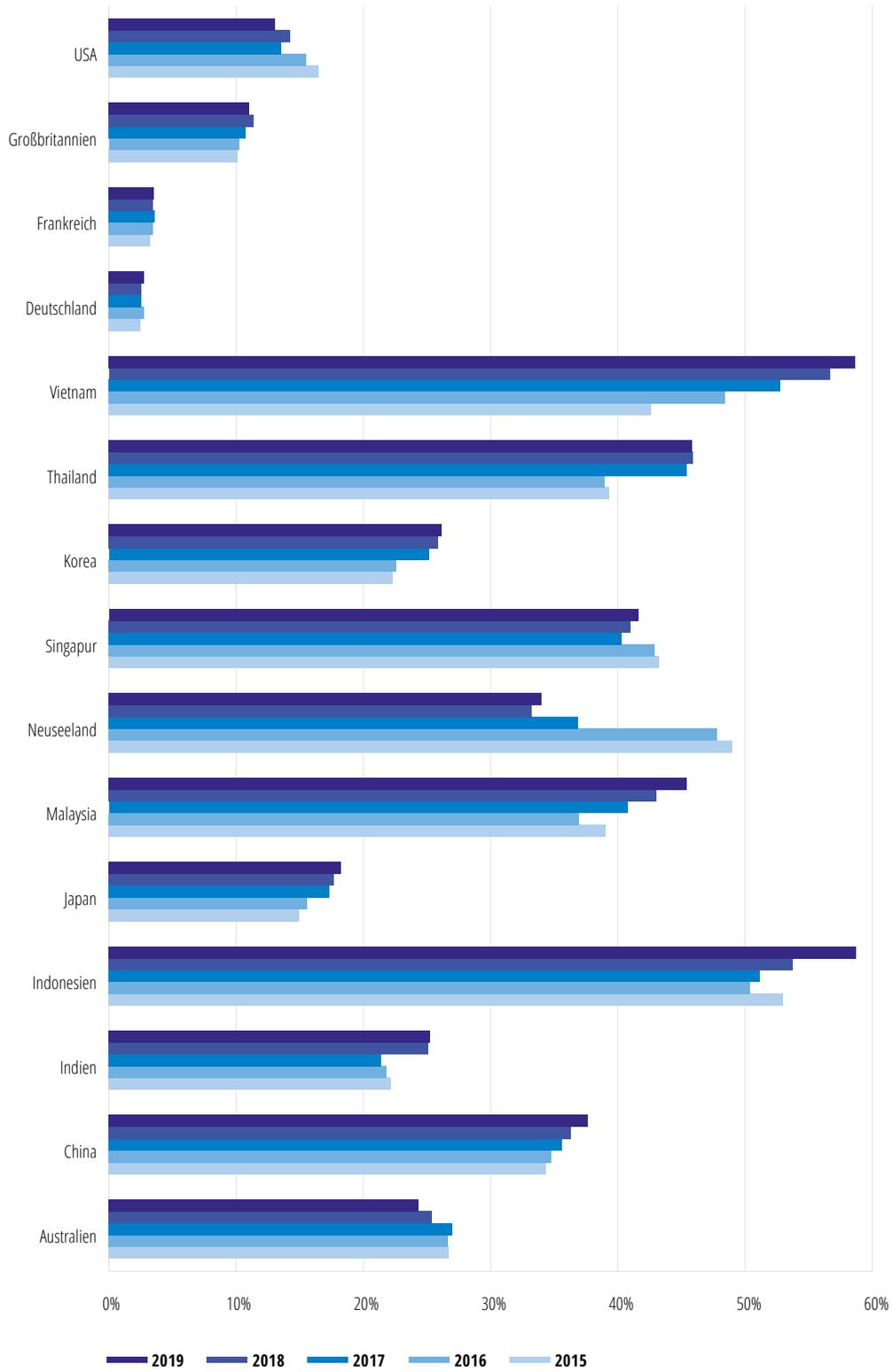
In fünf von 12 Ländern ist im betrachteten Zeitraum eine Abnahme der Mobilität nach Neuseeland zu beobachten, in keinem eine Zunahme. Studierende aus Japan weisen ein eher breit gestreutes Interesse an den aufgeführten Zielländern auf. Australien hat den größten Anteil, gefolgt von Korea, Malaysia und Neuseeland. Im betrachteten Zeitraum hat für japanische Studierende Australien deutlich an Bedeutung gewonnen und Neuseeland deutlich an Bedeutung verloren. Bei koreanischen Studierenden ist Japan unter den aufgeführten APRA-Ländern mit Abstand am stärksten nachgefragt, gefolgt von Australien. Für Studierende aus Macau ist Australien das beliebteste Zielland, gefolgt von Hongkong und Thailand¹¹. Bei Studierenden aus Malaysia ist – abgesehen von einem starken Fokus auf Australien – eine breit gestreute Verteilung auf die verschiedenen APRA-Länder zu beobachten. Auch bei Studierenden aus Thailand ist Australien das bevorzugte Ziel unter den aufgeführten APRA-Ländern, mit deutlichem Abstand gefolgt von Japan. Die nächstwichtigsten Zielländer sind Malaysia und Indonesien.

Bei Studierenden aus Vietnam ist das Interesse an Australien vergleichsweise gering und das größte Interesse besteht an Japan. Nur für Korea ist der prozentuale Anteil von Studierenden in Japan höher. Interessant ist die Dynamik in den vergangenen Jahren: Während das Interesse vietnamesischer Studierender an Australien kontinuierlich abgenommen hat (genau wie – auf bereits vorher sehr niedrigem Niveau – das an Neuseeland), ist das Interesse an Japan und an Korea erheblich angestiegen.

¹³ Ohne Berücksichtigung von China und Singapur, da diese Länder keine Daten zu Incoming Students veröffentlichen.

¹⁴ Studienaufenthalte in China können – wie erläutert – mangels Datenmaterials nicht berücksichtigt werden.

ABBILDUNG 17: Prozentualer Anteil der Region (außer China und Singapur) als Zielregion für international mobile Studierende aus den APRA- und Benchmark-Ländern für die Jahre 2015-19



QUELLE: UNESCO, Studierendenstatistik; DAAD-Berechnung

Kapitel 4: Aufenthalte von Studierenden und Wissenschaftler:innen aus dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum (APRA) in Deutschland

Zur Betrachtung der Attraktivität des deutschen Hochschul- und Wissenschaftssystems für Einreisende aus dem APRA werden im Folgenden die Daten des Statistischen Bundesamtes zu Studierenden und zum Hochschulpersonal an deutschen Hochschulen und Daten des Deutschen Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) zu geförderten Gastwissenschaftler:innen aus dem APRA ausgewertet.

Die Zahl internationaler Studierender aus der Region in Deutschland hat sich vom Wintersemester 2014/15 zum Wintersemester 2019/20 von 59.648 auf 92.198 erhöht. Dies entspricht einem Wachstum von rund 55%, während die Steigerung der Zahl aller internationaler Studierender in Deutschland im selben Zeitraum 36% betrug. Dementsprechend hat der Anteil der Studierenden aus dem APRA an allen internationalen Studierenden vom Wintersemester 2014/15 bis Wintersemester 2019/20 von 25% kontinuierlich auf 29% zugenommen.

Den größten Anteil an allen Studierenden aus der Region machten im Wintersemester 2019/20 jene aus China aus (rund 45%), gefolgt von denen aus Indien (27%), Korea (7,0%), Vietnam (6,2%) und Indonesien (5,6%). Die APRA-Länder mit den stärksten relativen Zunahmen seit dem Wintersemester 2014/15 waren Taiwan (116%), Indien (113%), Vietnam (78%), Malaysia (58%) und Indonesien (43%). Die Zunahmen für Japan (3,3%), Neuseeland (14%) und Thailand (19%) waren vergleichsweise gering. Waren die Zunahmen geringer als der Anstieg der Gesamtzahl an Studierenden aus den APRA-Ländern, so führte das zur Abnahme der Anteile dieser Länder. Das gilt mit einer Abnahme um 5,9% insbesondere für China, aber auch für Korea und Japan (je -1,1%), Indonesien (-0,5%), Thailand (-0,3%), Australien (-0,2%) sowie Singapur und Neuseeland (je -0,1%). Eine Zunahme des Anteils erlebten im genannten Zeitraum nur Indien (+7,4%), Taiwan (+0,9%) und Vietnam (+0,8%).

Mit Blick auf bevorzugte Fächergruppen war im Wintersemester (WS) 2019/20 ein hoher Anteil von rund 50% der Studierenden aus dem asiatisch-pazifischen Forschungsraum (APRA) in den Ingenieurwissenschaften

eingeschrieben. Dabei sind die Anteile für Ingenieurwissenschaften seit dem WS 2014/15 (39%) stetig gewachsen. Weitere wichtige Fächergruppen der internationalen Studierenden sind Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften mit 19%, Mathematik und Naturwissenschaften mit 11%, Geisteswissenschaften mit 8,4% sowie Kunst und Kunstwissenschaft mit 6,5%. Eine Abnahme über den Beobachtungszeitraum zeigen die beiden Fächergruppen Geisteswissenschaften (WS 2014/15: 11%) und Kunst und Kunstwissenschaft (WS 2014/15: 7,8%). Die oben genannten Top-3-Fächerfavoriten (Ingenieurwissenschaften, Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften sowie Mathematik und Naturwissenschaften) gelten für die APRA-Länder China, Indien, Indonesien, Malaysia, Singapur, Thailand und Vietnam. Davon geringfügig abweichende Reihenfolgen gelten für Australien und Neuseeland, für die Geisteswissenschaften eine bedeutende Rolle spielen, und für Korea sowie Taiwan, für die Kunst und Kunstwissenschaft eine besondere Stellung vor Mathematik und Naturwissenschaften einnimmt. Die Anteile der Ingenieurwissenschaften sind bei Studierenden aus Malaysia am höchsten (rund 76%), gefolgt von Indien (67%) und Indonesien (54%). Eine deutlich abweichende fachliche Ausrichtung kennzeichnet Studierende aus Japan: Die beliebtesten Fächergruppen sind Kunst und Kunstwissenschaft, Geisteswissenschaften (je 29%) und Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaft (21%).

Nach angestrebten Abschlüssen betrachtet ist der Anteil der Studierenden, die zur Erlangung eines Abschlusses nach Deutschland kommen im Wintersemester 2019/20 besonders hoch für Indonesien (rund 99%), Vietnam und Indien (je 98%). Die höchsten Anteile derer, die in Deutschland keinen Abschluss anstreben sind bei den Studierenden aus Japan (36%), Australien (32%) und Singapur (21%) zu finden. Das spricht dafür, dass Studierende aus weniger industrialisierten Ländern eher für ein ganzes Studium nach Deutschland kommen, während die Studierenden aus hochindustrialisierten Ländern eher keine Abschlussabsicht haben und nur für kürzere Zeiträume nach Deutschland kommen.

TABELLE 2: Anteile der Master-Studierenden und Promovierenden aus APRA-Ländern an allen APRA-Studierenden in jeweiliger Karrierestufe und Fächergruppe

MATHEMATIK UND NATURWISSENSCHAFTEN		INGENIEURWISSENSCHAFTEN	
Master	Promotion	Master	Promotion
IN (43,5)	CN (52,1)	IN (53,5)	CN (53,1)
CN (39,2)	IN (31,0)	CN (38,7)	IN (26,7)
KR (4,5)	TW (3,9)	ID (2,0)	VN (6,2)
TW (3,3)	ID (3,1)	VN (1,4)	ID (5,2)
ID (3,1)	KR (3,0)	TW (1,4)	KR (3,2)
VN (2,1)	VN (2,8)	KR (1,3)	TH (2,0)
TH (1,1)	TH (1,0)	MY (0,7)	TW (1,7)
MY (1,0)	JP (0,9)	TH (0,5)	MY (1,1)
AU (0,7)	MY (0,9)	AU (0,3)	JP (0,6)
JP (0,7)	AU (0,6)	JP (0,1)	AU (0,3)
SG (0,6)	SG (0,4)	SG (0,1)	NZ (<0,3)
NZ (0,2)	NZ (0,1)	NZ (0,1)	SG (<0,3)

QUELLE: Statistisches Bundesamt, Studierendenstatistik; DAAD-Berechnung

Die Anteile der Studierenden, die einen Bachelor-Abschluss anstreben, sind besonders hoch bei den APRA-Ländern Vietnam (rund 68%), Malaysia (67%), Indonesien (66%), Singapur (50%) und Korea (33%). Für die Master-Studiengänge ist der Anteil an der Gesamtzahl der Studierenden aus diesen Ländern für Indien besonders hoch (84%). Es folgen Australien (57%), Neuseeland (55%), Thailand (53%) und China (52%). Einen relativ hohen Anteil an Studierenden in Promotionsstudiengängen weisen Thailand (17%), Japan (14%), Taiwan (13%) sowie China und Australien (je 13%) auf. Im Vergleich hierzu ist der Promovierenden-Anteil bei der großen Gruppe indischer Studierender gering (7,2%).

Angesichts des zunehmenden Fachkräftemangels, gerade in den Ingenieur- und Naturwissenschaften erscheint es interessant, die Herkunft der Absolvent:innen auf Master- und Promotionsebene zu betrachten. Das Potenzial zur Fachkräftegewinnung sollte bei den besonders stark vertretenen Gruppen außergewöhnlich hoch sein. Mit einem Anteil von 29% (92.198 Studierende) an allen internationalen Studierenden spielt der APRA als Herkunftsregion potenzieller Fachkräfte

eine herausragende Rolle. Das legt eine differenziertere Analyse und Fokussierung der entsprechenden Strategien auf besonders stark vertretene Länder nahe.

Für die Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften sowie Ingenieurwissenschaften machen sowohl in Masterstudiengängen als auch in den Ingenieurstudiengängen Studierende aus Indien und China die weitaus größte Gruppe aus (im Wintersemester 2019/20 zusammen zwischen 80 und 92% aller internationaler Studierender). Für beide Fächergruppen gilt, dass auf Masterebene die Zahl indischer Studierender größer ist als die der chinesischen Studierenden und auf Promotionsebene die chinesischen Studierenden deutlich überwiegen.

Das spricht dafür, dass während des Deutschlandaufenthaltes die Promotionsrate bei chinesischen Masterabsolvent:innen höher ist als bei indischen.

Betrachtet man nun das wissenschaftliche und künstlerische Personal an Hochschulen aus der Region, so waren 2015 insgesamt 6.679 Mitarbeitende angestellt,

davon 186 Professor:innen. Bis 2020 stieg die Zahl des Personals auf 10.351 an, was einer Zunahme von rund 55% entspricht, die Zahl der Professor:innen stieg um 20%, auf 224 an. Im selben Zeitraum stiegen die Zahlen des gesamten internationalen Hochschulpersonals und der internationalen Professor:innen langsamer an (um 27% bzw. 15%). Der Anteil des Hochschulpersonals aus dem APRA am gesamten internationalen Hochschulpersonal betrug im Jahr 2015 15% und stieg bis 2020 schrittweise auf 19% an. Im selben Zeitraum nahm der Anteil der Professor:innen aus dem APRA an allen internationalen Professor:innen nur geringfügig zu (von 6,0% auf 6,3%).

Das meiste Hochschulpersonal innerhalb der Gruppe der APRA-Länder kam im Jahr 2020 aus Indien (rund 37%), gefolgt vom Herkunftsland China (36%) und mit großem Abstand Japan (6,7%), Korea (4,5%) und Vietnam (3,4%). Die größten Zunahmen von 2015–20 lassen sich für das Personal aus Malaysia (113%), Indien (93%) und Taiwan (88%) feststellen. Betrachtet man die Anteile des Personals aus einzelnen APRA-Ländern am gesamten Personal aus der Region über den Zeitraum 2015–20, so lässt sich nur für Indien (+7,3%), Taiwan (+0,5%), Indonesien sowie Malaysia (je +0,3%) eine Anteilszunahme beobachten. Abnahmen sind im selben Zeitraum für Personal aus China (-3,7%), Japan (-2,5%) und Australien (-0,9%) festzustellen. Untersucht man vom Hochschulpersonal gesondert die Professor:innen erhalten wir ein etwas anderes Bild. So kamen 2020 die meisten Professor:innen aus dem APRA aus China (33%), Indien (16%), Australien sowie Japan (je 14%) und Korea (8,0%). Betrachtet man die Entwicklung der Anteile an allen Professor:innen aus dem APRA über den Zeitraum 2015–20, so haben die Anteile der Professor:innen aus China (+5,6%) und Indien (+3,2%) am stärksten zugenommen, die größten Rückgänge sind bei den Professor:innen aus Japan (-5,6%), Korea (-4,4%) und Australien (-3,4%) festzustellen.

Das meiste Hochschulpersonal aus der Region lässt sich im Jahr 2020 den Ingenieurwissenschaften (rund 31%), Mathematik und Naturwissenschaften (30%) sowie Humanmedizin und Gesundheitswesen (17%) zuordnen. Diese Fächerfavoriten lassen sich für das APRA-Personal aus China, Indien, Indonesien, Malaysia (Schwerpunkt Humanmedizin und Gesundheitswesen), Thailand und Taiwan (Schwerpunkt Mathematik und Naturwissenschaften) fest-

stellen. Für das Personal aus Australien, Japan sowie Neuseeland spielen die Geisteswissenschaften eine bedeutende Rolle, für jenes aus Japan und Korea die Kunst- und Kulturwissenschaft und für jenes aus Neuseeland, Singapur und Vietnam die Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Im Jahr 2020 waren 22% aller Professor:innen aus der Region in Rechts-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 21% in Mathematik und Naturwissenschaften, 19% in Ingenieurwissenschaften und 17% in Kunst und Kunstwissenschaften angesiedelt.

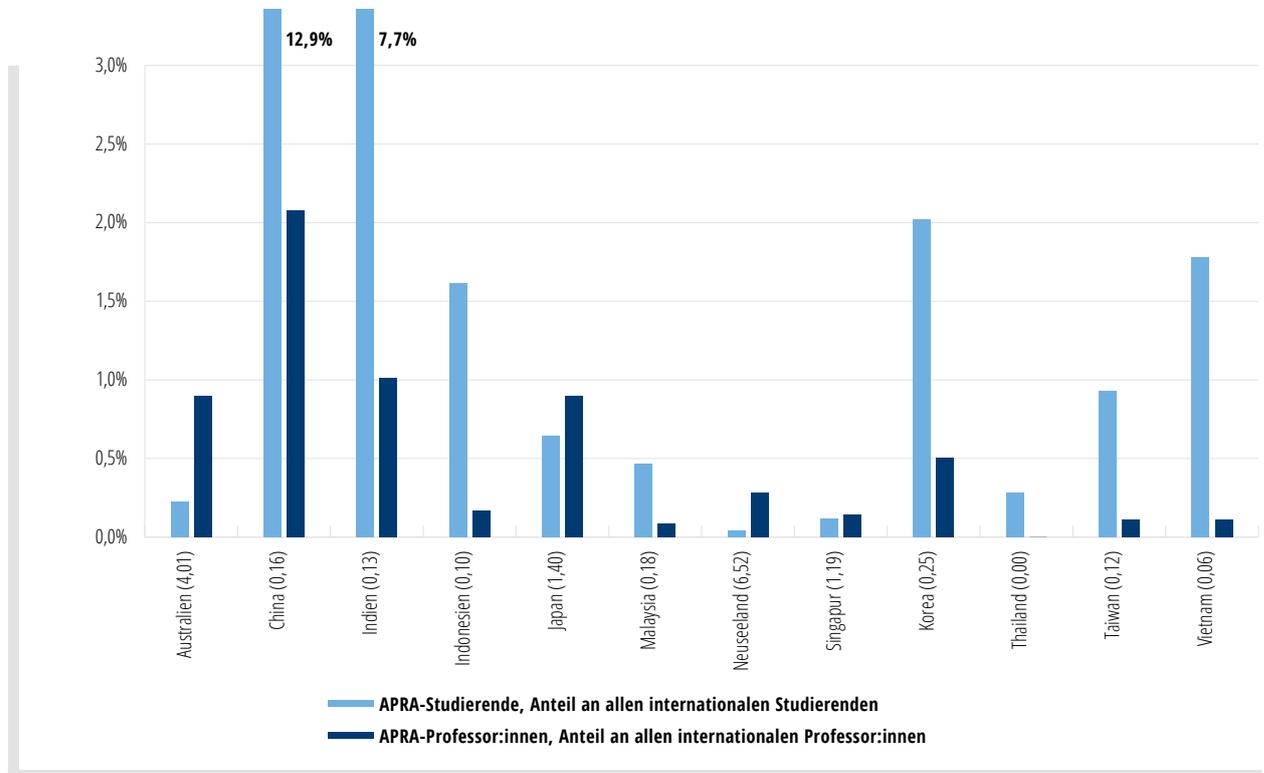
In Anbetracht des hohen Anteils von internationalen Studierenden aus dem APRA wurde untersucht, ob sich dieser in entsprechend hohen Anteilen an den Professor:innen widerspiegelt. Als Bezugsgröße wurde jeweils die Gesamtheit des internationalen Personals gewählt.

Abbildung 18 zeigt, dass bei den fünf wichtigsten Herkunftsländern (China, Indien, Korea, Vietnam, Indonesien) auf Professor:innen-Ebene die Nationalitäten bei weitem nicht mit einem Anteil vertreten sind, der ihrem Anteil bei den Studierenden entspricht. Eine grundsätzlich andere Dynamik ist für Australien gegeben. Hier ist der relative Anteil bei den Professor:innen erheblich höher als bei den Studierenden. Weniger ausgeprägt gilt das auch für Japan. Für alle Länder gilt, dass die Rekrutierung des internationalen Personals nicht an den Pool der Absolvent:innen des eigenen Landes gebunden ist. Die tatsächliche Nutzung dieses Pools könnte also noch geringer sein, als der Vergleich der prozentualen Werte vermuten lässt.

Eine weitere wichtige Informationsquelle für Mobilitätsdaten sind Umfragen des DZHW unter deutschen und ausländischen Förderorganisationen zu geförderten Gastwissenschaftler:innen. Dabei handelt es sich um Personen, die im Ausland angestellt, aber im Rahmen einer finanziellen Förderung ohne Anstellung für eine befristete Dauer an einer Hochschule oder einer Forschungseinrichtung in Deutschland in Lehre oder Forschung tätig sind.

Die Zahl der Gastwissenschaftler:innen aus dem APRA nach Deutschland betrug im Jahr 2015 9.327 Personen und sank 2019 geringfügig auf 8.550 Personen. Zwischen 2015 und 2019 ist somit ein Rückgang der Gastwissenschaftler:innen aus der Region um 8,3% zu verzeichnen. Die meisten Gastwissenschaftler:innen

ABBILDUNG 18: Anteile der Studierenden und der Professor:innen einzelner APRA-Länder an allen internationalen Studierenden und Professor:innen in Deutschland, 2020¹⁴



IN KLAMMERN: Verhältnis Anteil Gastprofessor:innen zu Anteil Gaststudierender

QUELLE: Statistisches Bundesamt, Studierendenstatistik; DAAD-Berechnung

kamen 2019 aus China (rund 38%), gefolgt von Indien (29%), Japan (11%), Australien sowie Korea (je 4,5%), Vietnam (3,5%), Indonesien (3,0%), Taiwan (2,6%), Thailand (1,3%), Malaysia (1,1%), Neuseeland (0,8%) und Singapur (0,7%). Die Länder, die im Zeitraum 2015–19 eine positive Entwicklung aufzuzeigen hatten, sind Japan (16%), Singapur (11%), Korea (6,9%) und Australien (4,0%). Die Hälfte aller Gastwissenschaftler:innen aus dem APRA war 2019 der Fächergruppe Mathematik und Naturwissenschaften (51%) zuzuordnen, 13% den Ingenieurwissenschaften, 7,6% der Humanmedizin und Gesundheitswissenschaften, 6,2% den Rechts- Wirtschafts- und Sozialwissenschaften und 5,8% den Geisteswissenschaften.

¹⁵ Hinter den Ländernamen ist das Verhältnis Professor:innen zu Studierenden angegeben.

Zusammenfassung

Wissenschaftliche Verflechtungen

- Eine zunehmende Integration des APRA im Wissenschaftsbereich zeichnet sich deutlich ab. Die relative Bedeutung von Kooperationen im Publikationsbereich nahm in vielen Ländern zu. Eine zentrale Rolle bei dieser Integration spielte die zunehmende Bedeutung von China als wissenschaftlicher Kooperationspartner für die anderen APRA-Länder.
- China selbst orientiert sich als globaler Forschungsakteur stärker an Akteuren außerhalb der Region, von denen wissenschaftlich gelernt werden kann. Dessen ungeachtet intensiviert China die wissenschaftliche Kooperation mit weniger entwickelten APRA-Ländern, um seine regionale Position weiter zu stärken.
- Weniger integriert in den APRA ist in wissenschaftlicher Hinsicht Indien.
- Korea bleibt nach wie vor stark auf die USA und Malaysia ausgerichtet.
- Indonesien orientiert sich an muslimisch geprägten Staaten.
- Starke wechselseitige Bezüge bestehen zwischen Australien und Neuseeland, China und Taiwan sowie Malaysia und Indonesien.
- Deutschlands Rolle als wissenschaftlicher Partner blieb im Laufe des letzten Jahrzehnts in den meisten APRA-Ländern relativ stabil, was teils eine wesentliche absolute Zunahme der Kooperationen beinhaltet.
- Außerhalb der Sozial- und Geisteswissenschaften weist Deutschland teils komplementäre teils überlappende wissenschaftliche Schwerpunkte zu den APRA-Ländern auf.
- Innerhalb des APRA unterscheiden sich die spezifischen thematischen Schwerpunkte der zentralen Länder China, Korea und Japan.

Technologische Verflechtungen

- Der Anteil der gemeinsam mit Erfinder:innen aus anderen APRA-Ländern angemeldeten Patente nimmt in den meisten Ländern der Region quantitativ weiter stetig zu. Ausnahmen bilden Taiwan, wo die Integration eher zurückgeht, und Indien, das allgemein stärker mit den USA als mit anderen APRA-Ländern vernetzt ist. Auch China ist anteilig weniger auf die Region ausgerichtet als andere APRA-Länder.
- Die Muster technologischer Kooperationen zwischen APRA-Ländern unterscheiden sich maßgeblich. Zentrale Kooperationspartner auf Länderebene liegen dabei weiterhin oftmals außerhalb des APRA (US, DE, FR, GB).
- Für China, aber auch Korea, Indonesien, Vietnam und Thailand spielt Japan eine wesentliche Rolle als Kooperationspartner, Korea und Taiwan sind innerhalb des APRA weniger intensiv integriert.
- Starke wechselseitige Bezüge bestehen – sprachlich, kulturell und geographisch bedingt – zwischen Australien und Neuseeland, China und Singapur sowie Singapur und Malaysia bzw. Indonesien.
- Die vormalig – aus taiwanesischer Perspektive – relativ starke Verschränkung zwischen China und Taiwan hat sich verringert.
- Deutschlands Rolle als technologischer Partner blieb im Laufe des letzten Jahrzehnts in den meisten APRA-Ländern relativ stabil, Zunahmen sind in Japan, Korea, Singapur und Neuseeland, starke Abnahmen in Vietnam und Indien zu verzeichnen.
- Deutschland und Europa weisen in den meisten Bereichen komplementäre Schwerpunkte zu jenen der APRA-Länder auf (digitale Technologien im APRA, v.a. China, Korea und Japan, vs. etablierte Kompetenzen in Maschinenbau und Mobilität in Deutschland).
- Dessen ungeachtet erreichen die technologischen Aktivitäten in vielen APRA-Ländern, d. h. v.a. China, auch außerhalb ihrer Schwerpunktfelder im digitalen Bereich mittlerweile in vielen Bereichen ein absolutes Niveau, das dem Deutschlands nahe oder gleichkommt. So liegt z. B. das Aktivitätsniveau Chinas im Maschinenbau nicht mehr unter dem Deutschlands.

Wirtschaftliche Verflechtungen

- Die wirtschaftliche Integration über Wertschöpfungsketten, die sich über Handelsanalysen nachzeichnen lässt, ist innerhalb des APRA stark. Allerdings verstärkte sie sich im Verlauf des letzten Jahrzehnts nicht mehr wesentlich, auch, da sich die Grundlagen der aktuellen Integration bereits in den 1990er und 2000er Jahren entwickelt haben.
- Für China und Indien spielt der APRA eine relativ geringe Rolle, da in diesen Ländern ansässige Unternehmen auch oder primär den westlichen Weltmarkt beliefern. Dessen ungeachtet bildet China einen zentralen Knotenpunkt für Handelsströme in der Region.
- Unterschiedliche APRA-Länder nehmen unterschiedliche Rollen in der arbeitsteiligen Produktion wahr. Australien und Neuseeland sind dabei primär Rohstofflieferanten, technologisch weniger entwickelte Länder liefern im Hightech-Bereich Komponenten zu, die in den führenden Technologienationen Japan, Korea, Taiwan und zunehmend China in komplexe Produkte integriert werden.
- Die Struktur der Handelsbeziehungen spiegelt wider, dass China trotz seiner zunehmenden Stärke als Produktionsbasis weiterhin auf die Zulieferung hochwertiger Komponenten aus anderen asiatischen Ländern angewiesen ist.

Akademischer Austausch¹⁶

- Für die meisten APRA-Länder (besonders ausgeprägt für Vietnam) nimmt die Bedeutung des APRA als Zielregion ihrer Studierenden zu. Insbesondere für Studierende aus Neuseeland, aber auch Australien und (weniger deutlich) aus Singapur hat der APRA als Zielregion an Bedeutung verloren.
- Die differenzierte Analyse zeigt länderspezifische Unterschiede: Außer für Korea und Vietnam ist Australien für Studierende aus allen APRA-Ländern das beliebteste Zielland.
- Insbesondere zwischen Australien und Neuseeland ist aufgrund der geographischen und auch kulturellen Nähe der wechselseitige Austausch besonders ausgeprägt, ein ähnlicher Effekt ergibt sich zwischen Japan und Korea.
- Studierende aus Indien zeigen an den meisten erfassten APRA-Ländern kaum Interesse, 93% von ihnen wählen Australien oder Neuseeland.
- Von den technologisch weniger entwickelten Ländern ist nur für Malaysia ein deutliches Interesse von Studierenden aus anderen APRA-Ländern erkennbar.
- Die starke Fokussierung von Vietnam auf die Region wird von einer abnehmenden Bedeutung Australiens und einem zunehmenden Interesse an Japan und Korea begleitet.
- In den vergangenen Jahren ist die Anzahl der Studierenden aus dem APRA, die nach Deutschland kommen stark angestiegen und auch ihr Anteil an der Gesamtzahl internationaler Studierender hat zugenommen.
- Das wichtigste Herkunftsland der Studierenden, die aus dem APRA nach Deutschland kommen, ist China, mit deutlichem Abstand gefolgt von Indien.
- In den letzten Jahren waren der relative und der absolute Zuwachs an indischen Gaststudierenden in Deutschland besonders hoch, während für Studierende aus China eine Abnahme zu verzeichnen war.
- Jeder zweite international Studierende in Deutschland aus dem APRA ist in den Ingenieurwissenschaften eingeschrieben. Sie kommen vor allem aus China und Indien.
- Es besteht eine große Diskrepanz zwischen dem hohen Anteil von Studierenden aus China und Indien und dem geringen Anteil von Professor:innen aus diesen Ländern.
- Die Zahl der Gastwissenschaftler:innen, die aus dem APRA nach Deutschland kommen, hat in den letzten Jahren abgenommen. Etwas mehr als die Hälfte von ihnen sind den Fächergruppen Mathematik und Naturwissenschaft sowie Ingenieurwissenschaften zuzuordnen und kommen insbesondere aus China und Indien.

¹⁶ Mangels Daten können nicht immer alle Länder in gleicher Weise berücksichtigt werden, insbesondere fehlen Daten zu internationalen Studierenden in China.

Anhang

TABELLE A1: Zentrale Kennziffern der APRA-Länder

	AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MALAYSIA (MY)	NEUSEELAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	TAIWAN (TW)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
Bevölkerung Mio. (2020)	25,69	1.419,3	1.380,0	273,52	125,84	32,37	5,08	5,69	51,78	23,5 [^]	69,80	97,39
Beschäftigte Mio. (2020)	12,09	767,93 [°]	389,68	123,16	57,71	14,96	2,55	2,05	24,01	11,50 [^]	35,50	48,09
Pro Bevölkerung (%)	61	63	43	64	60	61	66	66	60	59 [^]	65	74
BIP (2020; Bio. USD)	1,327	14,722	2,660	1,058	5,058	337	211	340	1,638	669 [^]	502	271
BIP pro Einwohner (2020; USD)	51.693	10.435	1.928	3.870	40.193	10.412	41.442	59.798	31.632	28.383 [^]	7.187	2.786
BIP-Wachstum												
2019 (%)	2,1	6,0	4,0	5,0	3	4,4	1,6	1,4	2,2	3,1 [^]	2,3	7,0
2020 (%)	0,0	2,3	-7,3	-2,1	-4,6	-5,6	1,9	-5,4	-9,0	3,4 [^]	-6,1	2,9
Arbeitslosenquote (2020; %)	6,5	5,2 [*]	7,1	4,1	2,8	4,5	4,6	5,2	4,1	3,85 [^]	1	2,4
Bildungsausgaben pro BIP (2020)	4,0 (2018)	3,5 (2018)	3,5 (2016)	2,8 (2019)	2,8 (2018)	4,2 (2019)	6,0 (2018)	2,5 (2020)	3,8 (2018)	4,6 [^] (2020)	3,0 (2019)	4,1 (2019)
FuEul-Ausgaben (2019; Mrd. USD)	24,143	525,63	58,721	7,051	173,267	9,250	3,159	1531	102,521	44,014	12,078	3,565
FuEul-Ausgaben Grundlagenforschung	NA	31,707	7,937 ^{**}	NA	21,652	3,633	706	2,510 [*]	15,039	3,069	1,161 ^{**}	414 ^{***}
Anteil an gesamt	NA	6,0% ^{''}	14,4% ^{''}	NA	12,5% ^{''}	39,3 ^{''}	22,4% ^{''}	23,8% ^{''}	14,7% ^{''}	7,0% ^{''}	8,0% ^{''}	16,6% ^{''}
FuEul-Ausgaben angew. Forschung	NA	59,314	12,249 ^{**}	NA	32,167	2,268	1,205	3,386 [*]	23,073	9,990	3,276	1,708 ^{***}
FuEul-Ausgaben exp. Entwicklung	NA	434,672	34,941 ²	NA	112,267	3,938	1,185	4,634 [*]	64,410	3955	8,106	373 ^{***}
FuEul-Ausgaben Universitäten	8,621	42,652	4,171 [*]	1,550 [*]	2259	3,938 [*]	751	2,921	8,487 [*]	3,702	1,673 ^{**}	190 ^{**}
FuEul-Ausgaben Unternehmen	12,322	401,727	21,603 [*]	517 [*]	137,148	4,062 [*]	1,881	6,397	82,268 [*]	35,608	9,662 ^{**}	2,604 ^{**}
FuEul-Ausgaben Öffentliche Forschung	3,199	81,314	32,946	4,983	15,859	1,249 [*]	526	1,213	11,765 [*]	4,704	743 ^{**}	771
FuEul-Ausgaben pro BIP (2019)	1,87	2,23	0,65	0,23	3,20	1,04	1,41	1,84	4,64	3,49	1,00	0,53
Exporte, gesamt (USD, Mio., 2020)	345,46	2.974,04	507,29	183,48	1.088,45	2228	56,19	698,58	642,11	345,13	2797	291,66
Importe, gesamt (USD, Mio., 2020)	308,19	2.709,55	547,68	193,86	906,00	205,29	57,45	631,62	564,30	286,18	256,74	286,15
Exporte, High-Tech (USD, Mio., 2020)	5,60	757,68	21,58	6,41	102,75 1	92,11	0,59	160,49	163,99	NA	45,84	101,53
Global Innovation Index, Rang 2021	25	12	46	87	13	36	26	8	5	NA	43	44
THE Ranking, Anzahl Hochschulen												
Unter den Top-100	6	6	0	0	2	0	0	2	2	0	0	0
Unter den Top-20	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Shanghai Ranking, Anz. Hochsch.												
Unter den Top-100	7	7	0	0	3	0	0	2	0	NA	0	0
Unter den Top-20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NA	0	0

[°]ILO Estimate, [^]Taiwan Statistical Office, ^{''}eigene Berechnung, ²inkl. unspezifizierte Ausgaben (^{*}2018, ^{**}2017, ^{***}2015)

QUELLE: Weltbank (Wirtschaftszahlen), ILO (ausgewählte Arbeitsmarktzahlen), OECD und UNESCO (FuEul Zahlen), Taiwan Statistical Office (fehlende Werte für Taiwan)

TABELLE A2: Zentrale Kennziffern der Vergleichsländer

	GROSS-BRITANNIEN	FRANKREICH	DEUTSCH-LAND	VEREINIGTE STAATEN
Bevölkerung Mio. (2020)	67,22	67,39	83,24	329,48
Beschäftigte Mio. (2020)	32,52	38,97	40,41	137,97
Pro Bevölkerung (%)	60	49	58	77
BIP (2020; Bio. USD)	2,764	2,630	3,846	20,894
BIP pro Einwohner (2020; USD)	41.124	39.030	46.208	63.414
BIP-Wachstum				
2019 (%)	-9,7	-7,9	-4,6	-3,6
2020 (%)	1,7	1,8	1,1	2,2
Arbeitslosenquote (2020; %)	4,6	8,0	3,8	8,1
Bildungsausgaben pro BIP (2020)	3,9 (2018)	4,5 (2018)	3,7 (2018)	4,1 (2018)
FuEul-Ausgaben (2019; Mrd. USD)	56,935	73,287	148,150	657,459
FuEul-Ausgaben Grundlagenforschung	9,913 (2018)	15,555 (2018)	nicht erhoben	107,838
Anteil an gesamt	17,4%	21,2%	NA	16,4%
FuEul-Ausgaben angew. Forschung	22,810 (2018)	28,316 (2018)	nicht erhoben	124,849
FuEul-Ausgaben exp. Entwicklung	21,512 (2018)	24,746 (2018)	nicht erhoben	423,352
FuEul-Ausgaben Universitäten	12,786 (2018)	14,052 (2018)	25,816	78,717
FuEul-Ausgaben Unternehmen	37,937	44,936 (2018)	102,106	485,826
FuEul-Ausgaben Öffentliche Forschung	NA	NA	NA	88,220
FuEul-Ausgaben pro BIP (2019)	1,76	2,2	3,19	3,07
Exporte, gesamt (USD, Mrd., 2020)	945,80	925,28	1.896,26	3.092,30
Importe, gesamt (USD, Mrd., 2020)	982,27	924,46	1.568,57	3.580,52
Exporte, High-Tech Güter (USD, Mrd., 2020)	58,14	87,12	182,35	141,54
Global Innovation Index, Rang 2021	4	11	10	3
THE Ranking, Anzahl Hochschulen				
Unter den Top-100	11	3	7	38
Unter den Top-20	4	0	0	12
Shanghai Ranking, Anzahl Hochschulen				
Unter den Top-100	8	4	4	40
Unter den Top-20	3	1	0	16

QUELLE: Weltbank (Wirtschaftszahlen), ILO (ausgewählte Arbeitsmarktzahlen), OECD und UNESCO (FuEul Zahlen)

TABELLE A3: Hauptkooperationspartner der APRA-Länder (wissenschaftliche Kooperation, Ko-Publikationen)

AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MALAYSIA (MY)	NEUSEE- LAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	TAIWAN (TW)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
US (27,1%)	US (41,0%)	US (27,4%)	MY (24,6%)	US (32,0%)	GB (12,2%)	AU (30,3%)	CN (43,6%)	US (41,4%)	CN (35,8%)	US (27,1%)	US (13,6%)
CN (25,8%)	GB (11,8%)	GB (11,9%)	JP (19,5%)	CN (23,2%)	CN (11,5%)	US (28,0%)	US (26,4%)	CN (20,8%)	US (33,1%)	JP (16,3%)	CN (13,5%)
GB (20,8%)	AU (10,4%)	CN (10,5%)	AU (13,2%)	GB (11,9%)	ID (10,6%)	GB (22,8%)	GB (15,0%)	JP (10,4%)	JP (12,6%)	CN (15,2%)	KR (13,0%)
DE (9,8%)	CA (7,2%)	SA (8,7%)	US (11,7%)	DE (11,5%)	AU (10,6%)	CN (15,9%)	AU (11,7%)	IN (9,8%)	GB (8,5%)	GB (14,8%)	AU (11,9%)
CA (9,0%)	DE (6,5%)	KR (7,9%)	GB (10,1%)	FR (8,4%)	IN (10,0%)	DE (10,4%)	DE (6,7%)	GB (8,2%)	IN (7,8%)	AU (9,7%)	JP (11,8%)
FR (8,7%)	JP (5,8%)	DE (7,4%)	NL (7,2%)	AU (7,4%)	PK (9,6%)	CA (9,8%)	IN (5,9%)	DE (7,2%)	DE (6,9%)	IN (8,6%)	IR (10,2%)
NL (6,3%)	SG (4,0%)	AU (7,3%)	CN (6,2%)	KR (7,1%)	US (9,6%)	FR (6,8%)	CA (5,6%)	AU (6,0%)	AU (6,5%)	MY (6,6%)	IN (8,2%)
IT (6,2%)	FR (3,9%)	IT (5,3%)	TW (6,2%)	CA (6,2%)	SA (9,5%)	IT (5,7%)	JP (5,5%)	CA (5,0%)	KR (6,5%)	DE (6,3%)	FR (7,4%)
NZ (5,4%)	KR (3,5%)	FR (5,3%)	DE (6,1%)	IT (5,9%)	JP (6,7%)	NL (5,5%)	KR (5,0%)	FR (4,4%)	CA (5,6%)	FR (6,1%)	TW (7,0%)
ES (4,9%)	TW (3,2%)	JP (5,3%)	TH (5,6%)	TW (4,5%)	NG (6,2%)	ES (4,8%)	FR (4,8%)	PK (4,3%)	FR (4,6%)	VN (5,6%)	GB (6,9%)
JP (4,9%)	PK (3,0%)	CA (5,1%)	KR (5,4%)	ES (4,5%)	IQ (5,8%)	JP (4,7%)	NL (4,3%)	IT (4,1%)	IT (4,2%)	TW (5,4%)	DE (6,3%)

QUELLE: Eigene Analysen basierend auf Elsevier SCOPUS

TABELLE A4: Hauptkooperationspartner der APRA-Länder (technologische Kooperation, Ko-Patente)

AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MALAYSIA (MY)	NEUSEE- LAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	TAIWAN (TW)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
CN (24,1%)	US (50,2%)	US (56,1%)	SG (36,3%)	US (36,7%)	US (29,8%)	US (38,6%)	US (37,9%)	US (39,7%)	US (74,8%)	JP (30,2%)	US (30,8%)
US (23,9%)	JP (14,2%)	DE (15,5%)	JP (15,9%)	CN (26,5%)	DE (18,8%)	AU (19,5%)	CN (16,5%)	JP (12,6%)	JP (8,6%)	US (24,0%)	KR (19,1%)
GB (9,7%)	DE (10,4%)	GB (6,1%)	US (13,6%)	DE (12,2%)	SG (12,4%)	GB (10,8%)	JP (16,1%)	DE (10,5%)	CN (7,9%)	SG (10,8%)	FR (17,6%)
DE (9,0%)	SE (5,0%)	CN (4,4%)	IN (13,6%)	SG (4,7%)	CN (10,5%)	CN (7,2%)	DE (9,5%)	CN (1,0%)	DE (5,3%)	FR (10,2%)	JP (11,7%)
FR (3,7%)	GB (4,0%)	CH (3,9%)	DE (11,3%)	GB (3,9%)	JP (6,0%)	DE (6,7%)	FR (6,3%)	IN (8,7%)	KR (2,0%)	DE (8,5%)	DE (8,8%)
SG (3,3%)	FR (3,7%)	KR (3,2%)	CH (9,0%)	FR (3,8%)	AM (5,2%)	FR (3,6%)	GB (5,8%)	GB (6,4%)	GB (1,5%)	GB (6,8%)	CH (7,3%)
CA (3,1%)	AU (3,4%)	FR (3,2%)	MY (9,0%)	KR (3,6%)	GB (5,2%)	IN (3,6%)	CH (5,3%)	FR (4,1%)	CA (1,1%)	CN (6,2%)	IT (4,4%)
NZ (2,9%)	FI (3,3%)	SE (2,9%)	AU (6,8%)	CH (2,4%)	IN (5,2%)	SG (3,6%)	IN (4,8%)	RU (2,5%)	SG (1,1%)	IN (4,5%)	CN (2,9%)
JP (2,6%)	CA (2,9%)	JP (2,6%)	GB (6,8%)	IN (2,0%)	FR (4,9%)	CA (3,0%)	AU (3,0%)	NL (2,0%)	FR (1,0%)	AU (2,2%)	IN (2,9%)
CH (2,5%)	SG (2,6%)	CA (2,0%)	NZ (6,8%)	BE (1,9%)	KR (3,0%)	JP (2,5%)	MY (2,3%)	CH (1,6%)	IN (1,0%)	IT (2,2%)	SG (2,9%)
IN (2,1%)	CH (2,2%)	DK (1,8%)	TH (4,5%)	NL (1,4%)	AU (2,2%)	CH (1,5%)	CA (2,1%)	CA (1,5%)	NL (1,0%)	CA (1,7%)	AU (1,4%)

QUELLE: Eigene Analysen basierend auf EPO PATSTAT

TABELLE A5: Exportpartner der APRA-Länder

AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MALAYSIA (MY)	NEUSEE- LAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	TAIWAN (TW)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
CN 40,8%	US 17,4%	US 17,9%	CN 24,2%	CN 22,0%	CN 16,1%	CN 27,7%	CN 13,7%	CN 25,8%	CN 29,6%	US 14,8%	US 27,3%
JP 12,3%	HK 10,5%	CN 6,8%	SG 7,5%	US 18,5%	SG 14,4%	AU 13,5%	HK 12,3%	US 14,5%	US 14,6%	CN 12,8%	CN 17,3%
KR 6,4%	JP 5,5%	AE 6,5%	JP 6,5%	KR 6,9%	US 11,1%	US 11,0%	US 10,7%	VN 9,4%	HK 14,1%	JP 9,8%	JP 6,8%
US 5,3%	VN 4,3%	HK 3,4%	US 5,2%	HK 4,9%	HK 6,9%	JP 5,9%	MY 8,9%	HK 5,9%	JP 6,7%	HK 4,8%	KR 6,7%
GB 4,1%	KR 4,3%	SG 3,0%	MY 4,2%	TH 3,9%	JP 6,2%	KR 2,8%	ID 5,7%	JP 4,8%	SG 5,5%	VN 4,8%	HK 3,7%
SG 3,4%	DE 3,3%	BD 2,8%	KR 4,1%	SG 2,7%	TH 4,6%	GB 2,5%	JP 4,7%	IN 2,3%	KR 4,3%	AU 4,2%	NL 2,4%
NZ 2,8%	NL 3,0%	GB 2,8%	TH 3,9%	DE 2,7%	KR 3,5%	HK 1,9%	KR 4,4%	SG 1,9%	VN 3,0%	SG 4,1%	DE 2,3%
IN 2,8%	GB 2,8%	DE 2,7%	AU 2,8%	VN 2,6%	VN 3,1%	SG 1,8%	TH 3,7%	DE 1,8%	MY 2,7%	MY 3,7%	IN 1,8%
HK 1,9%	IN 2,5%	NL 2,2%	IN 2,3%	MY 1,9%	IN 3,1%	ID 1,7%	VN 3,3%	MY 1,7%	NL 1,7%	ID 3,2%	GB 1,7%
MY 1,9%	SG 2,2%	MY 2,2%	VN 1,9%	AU 1,8%	ID 3,0%	MY 1,7%	NL 2,7%	MX 1,6%	DE 1,7%	CH 3,2%	TH 1,7%
CN 40,8%	US 17,4%	US 17,9%	CN 24,2%	CN 22,0%	CN 16,1%	CN 27,7%	CN 13,7%	CN 25,8%	CN 29,6%	US 14,8%	US 27,3%

QUELLE: Eigene Analysen basierend auf UN COMTRADE

TABELLE A6: Importpartner der APRA-Länder

AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MALAYSIA (MY)	NEUSEE- LAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	TAIWAN (TW)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
CN 28,8%	JP 8,5%	CN 15,9%	CN 27,9%	CN 25,7%	CN 21,5%	CN 22,5%	CN 14,4%	CN 23,2%	CN 22,2%	CN 24,0%	CN 32,2%
US 11,8%	KR 8,4%	US 7,2%	SG 8,7%	US 11,2%	SG 9,2%	AU 12,0%	MY 12,7%	US 12,3%	JP 16,0%	JP 13,3%	KR 17,9%
JP 6,0%	US 6,6%	AE 6,4%	JP 7,5%	AU 5,6%	US 8,7%	US 9,6%	US 10,6%	JP 9,8%	US 11,3%	US 7,2%	JP 7,7%
TH 4,8%	AU 5,5%	SA 4,8%	US 6,1%	KR 4,1%	JP 7,6%	JP 5,6%	JP 5,5%	DE 4,4%	KR 7,2%	MY 4,9%	US 5,2%
DE 4,6%	DE 5,1%	IQ 4,3%	MY 4,8%	TH 3,7%	KR 5,6%	KR 4,8%	KR 4,7%	VN 4,4%	TW 3,9%	KR 3,6%	TH 4,1%
MY 3,2%	BR 4,0%	HK 3,9%	KR 4,8%	VN 3,4%	ID 4,6%	DE 4,7%	ID 4,2%	AU 4,0%	DE 3,5%	SG 3,6%	MY 2,5%
KR 3,0%	VN 3,8%	SG 3,3%	TH 4,5%	DE 3,3%	TH 4,2%	TH 3,9%	FR 3,1%	SA 3,4%	MY 3,4%	ID 2,8%	ID 2,0%
SG 2,6%	MY 3,6%	KR 3,3%	AU 3,2%	SA 2,9%	IN 3,1%	MY 2,8%	TH 2,9%	RU 2,2%	SG 3,1%	AE 2,6%	AU 1,7%
GB 2,3%	RU 2,7%	ID 3,2%	IN 2,6%	AE 2,5%	DE 2,9%	SG 2,7%	DE 2,6%	MY 1,9%	AU 2,8%	VN 2,6%	IN 1,7%
NZ 2,3%	TH 2,3%	CH 3,0%	VN 2,2%	MY 2,5%	AU 2,4%	AE 2,6%	GB 2,3%	SG 1,8%	NL 2,2%	DE 2,5%	IE 1,5%
CN 28,8%	JP 8,5%	CN 15,9%	CN 27,9%	CN 25,7%	CN 21,5%	CN 22,5%	CN 14,4%	CN 23,2%	CN 22,2%	CN 24,0%	CN 32,2%

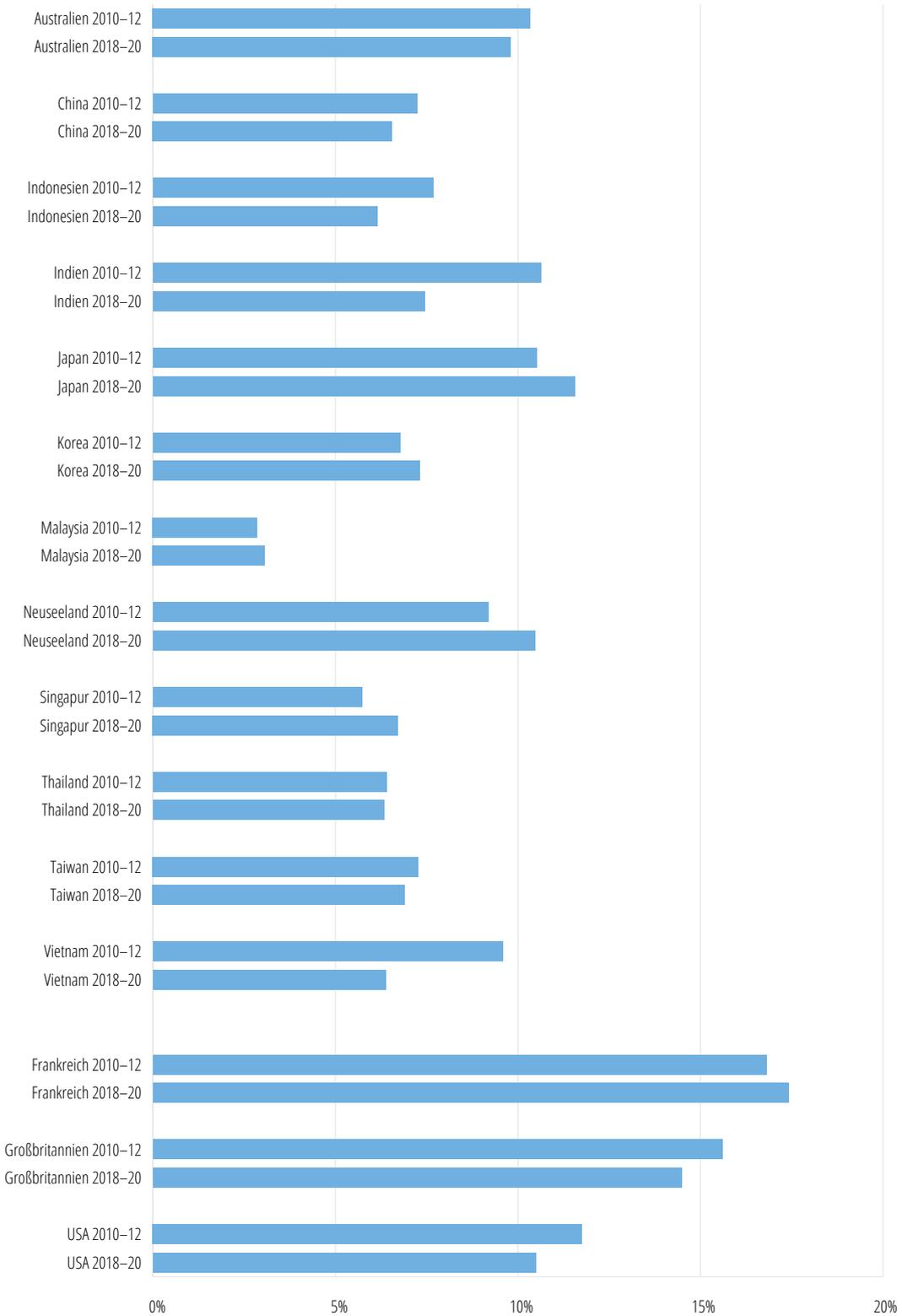
QUELLE: Eigene Analysen basierend auf UN COMTRADE

TABELLE A7: Durchschnittswerte der prozentualen Verteilung der Studierendenmobilität aus APRA-Ländern in APRA-Länder, 2015-19

AUSTRALIEN (AU)	CHINA (CN)	HONGKONG (HK)	INDIEN (IN)	INDONESIEN (ID)	JAPAN (JP)	MACAU (MC)	MALAYSIA (MY)	NEUSEELAND (NZ)	SINGAPUR (SG)	KOREA (KR)	THAILAND (TH)	VIETNAM (VN)
NZ (74,8)	AU (38,0) ↑	AU (93,1)	AU (74,4) ↑↑	AU (46,5)	AU (41,1) ↑↑	AU (59,1)	AU (64,0)	AU (88,6)	AU (82,5)	JP (53,2)	AU (51,2) ↑	JP (49,8) ↑↑
JP (10,7) ↑	JP (24,8) ↓↓	MC (3,3) ↓	NZ (18,1) ↓↓	MY (28,9)	KR (27,9)	HK (26,0)	JP (10,1)	JP (4,8) ↑	MY (7,0)	AU (29,6) ↑	JP (22,7)	AU (32,4) ↓↓
MY (4,5)	KR (13,4)	KR (2,8)	MY (3,0)	JP (14,2)	MY (10,9)	TH (12,2)	ID (7,1)	KR (3,7)	NZ (3,8)	HK (4,5) ↑	MY (8,8) ↓	KR (11,4) ↑↑
IN (3,7)	HK (9,0)	MY (0,5)	ID (1,2)	KR (3,9)	NZ (10,3) ↓↓	KR (2,2) ↑	NZ (6,9)	IN (1,0)	JP (3,0) ↑	NZ (4,4) ↓	ID (8,1) ↓	NZ (2,6) ↓↓
KR (2,6)	NZ (5,2)	TH (0,1)	KR (1,1)	NZ (2,8)	TH (5,7)	IN (0,2)	IN (6,5) ↓	MY (0,9) ↑	IN (1,3)	MY (4,3)	NZ (3,5) ↓	TH (1,8) ↓↓
ID (1,9)	MC (4,2)	IN (0,1)	JP (1,1)	HK (1,6)	ID (2,0)	VN (0,2)	KR (2,9)	TH (0,5)	KR (0,8)	TH (1,6)	IN (2,9)	MY (1,2)
TH (1,1)	MY (3,3)	ID (0,03)	HK (0,6)	TH (1,5)	IN (1,1)	MY (0,1)	HK (1,6)	HK (0,5)	ID (0,6)	VN (1,1) ↓	KR (2,3)	IN (0,4)
HK (0,6)	TH (1,9)	VN (0,02)	TH (0,4)	IN (0,7)	HK (0,5)	ID (0,00)	TH (0,7)	ID (0,1)	HK (0,6)	IN (0,6)	HK (0,4)	ID (0,1)
MC (0,2)	ID (0,2)	JP (0,00)	MC (0,01)	MC (0,02)	MC (0,3)	JP (0,00)	MC (0,1)	MC (0,00)	TH (0,3)	ID (0,6)	VN (0,1)	HK (0,1)
VN (0,01)	IN (0,1)	NZ (0,00)	VN (0,00)	VN (0,01)	VN (0,2)	NZ (0,00)	VN (0,00)	VN (0,00)	MC (0,04)	MC (0,1)	MC (0,03)	MC (0,02)
—	VN (0,04)	—	—	—	—	—	—	—	VN (0,01)	—	—	—

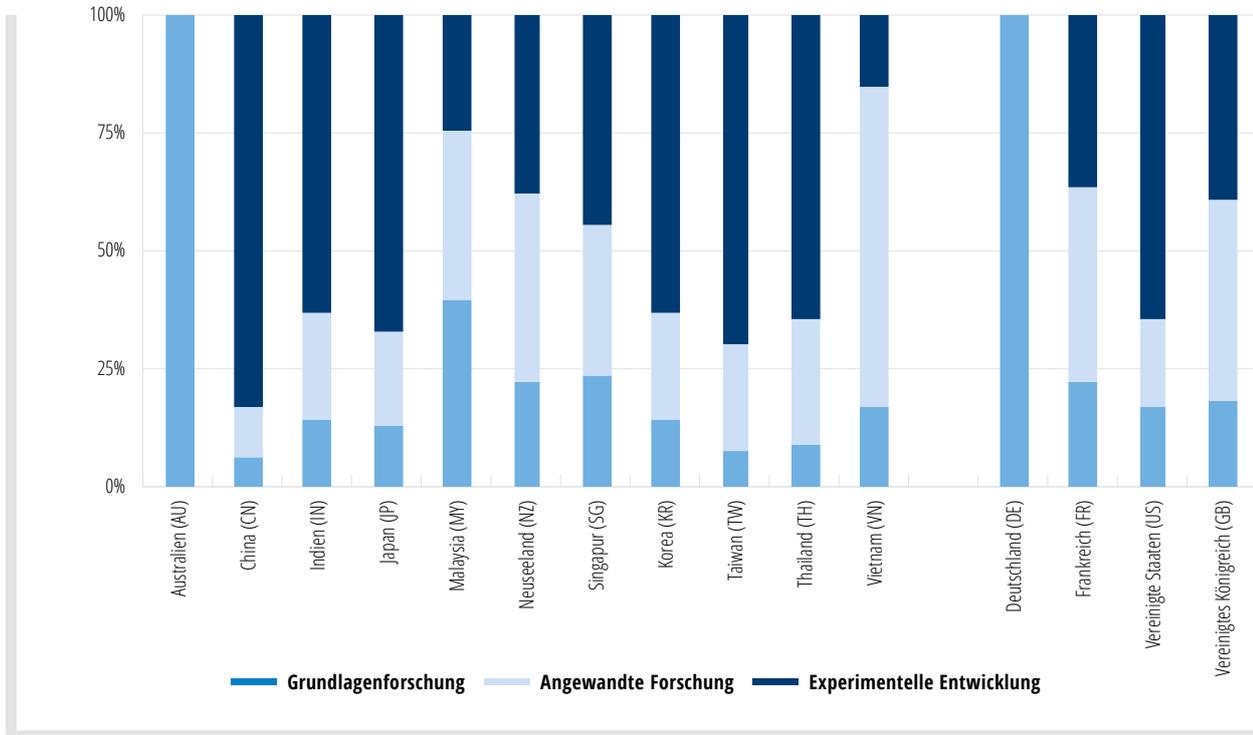
QUELLE: UNESCO, Studierendenstatistik; DAAD-Berechnung

ABBILDUNG A1: Anteil Deutschlands an den Ko-Publikationen ausgewählter Länder



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von Elsevier SCOPUS

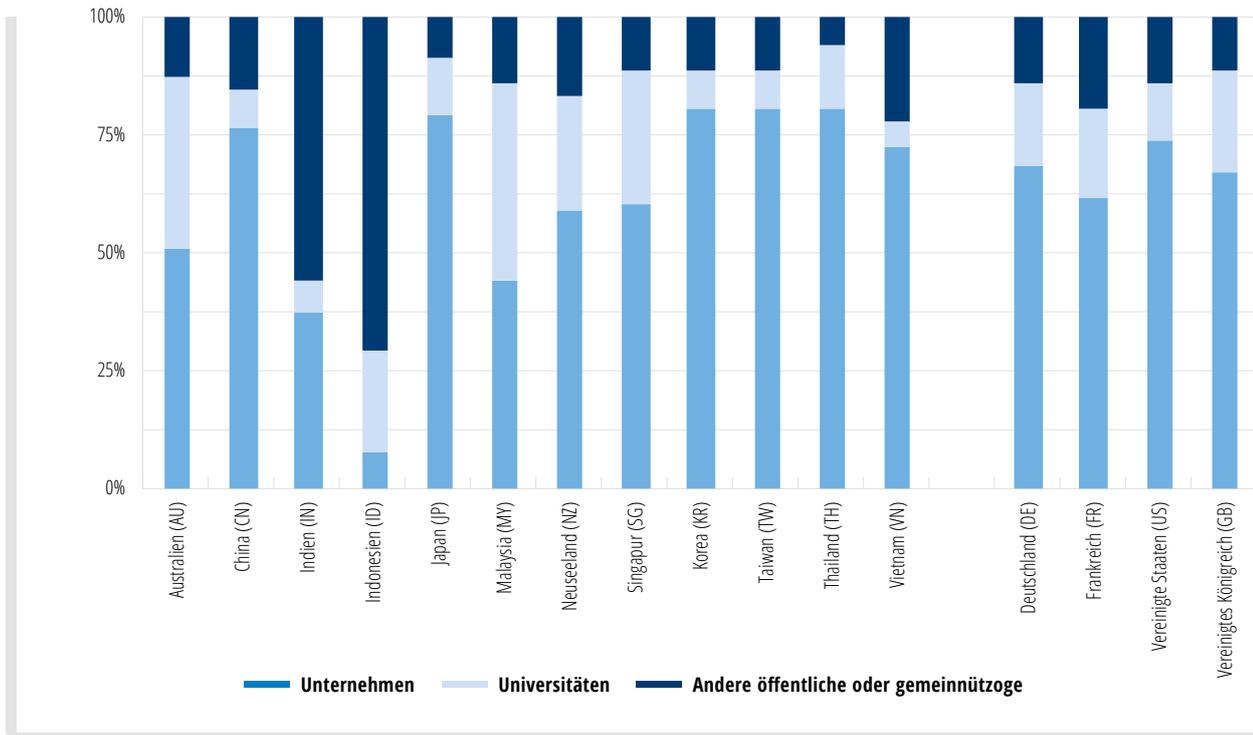
ABBILDUNG A2: FuE-Gesamtausgaben nach Ausgabentypen, 2019



ANMERKUNG: Für Deutschland und Australien keine Zahlen verfügbar, in Indien, Thailand und Vietnam sind nicht klassifizierte Ausgaben unter exp. Entwicklung erfasst, Daten teils von 2015 (VN), 2017 (IN, TH) und 2018 (MY, SG)

QUELLE: OECD, UNESCO, Zusammenstellung und Berechnungen des Fraunhofer ISI

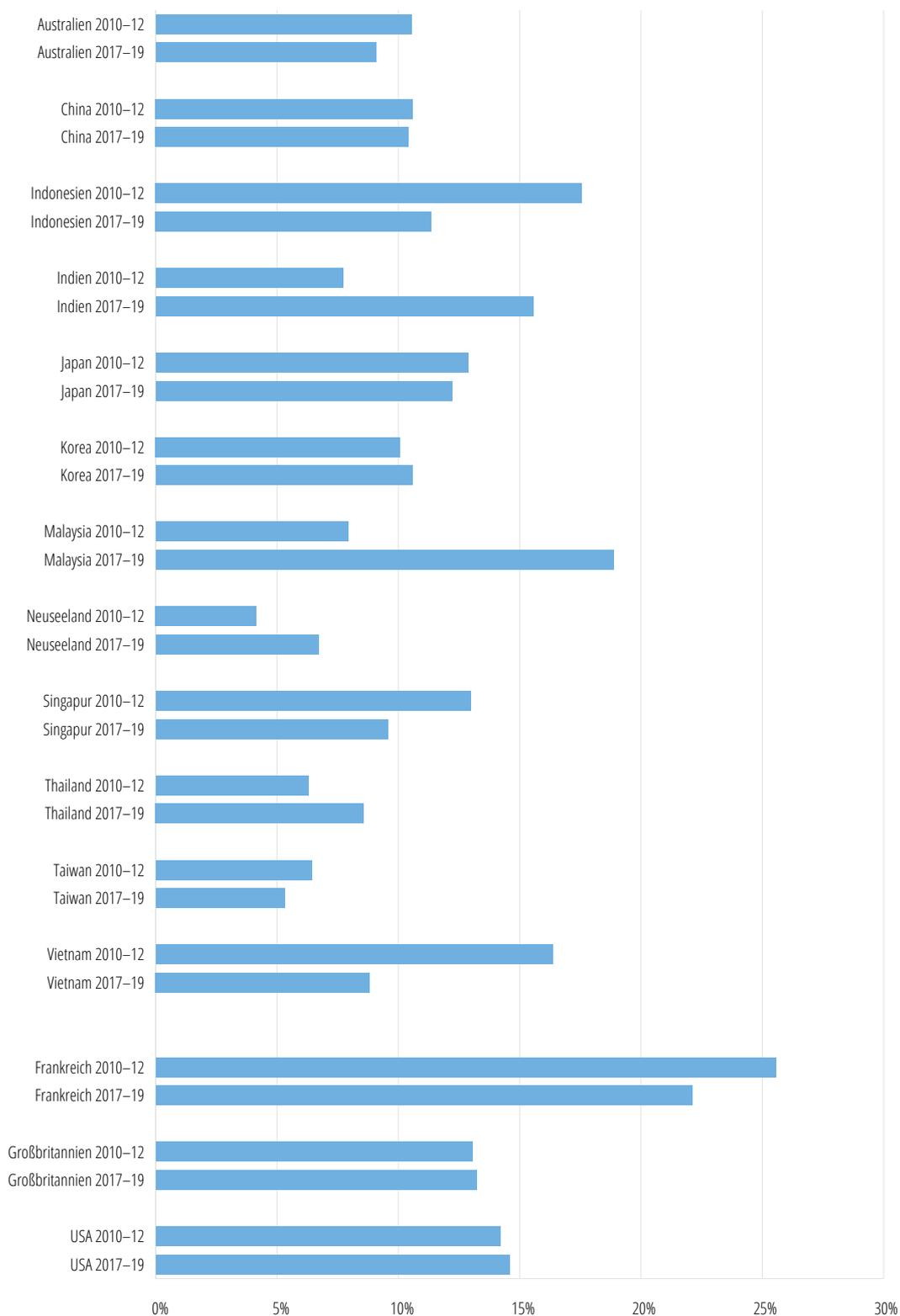
ABBILDUNG A3: FuE-Ausgaben nach verausgabendem Sektor, 2019



ANMERKUNG: Daten teils von 2017 (TH, VN) oder 2018 (IN, ID, MY)

QUELLE: OECD, UNESCO, Zusammenstellung und Berechnungen des Fraunhofer ISI

ABBILDUNG A4: Anteil Deutschlands an den Ko-Patenten ausgewählter Länder



QUELLE: Berechnungen des Fraunhofer ISI auf Basis von EPO PATSTAT

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, Christian Schäfer, Naomi Knüttgen

unter wesentlicher Mitarbeit von:
Oliver Rothengatter

© Titelbild: Adobe Stock / Stockbym

Erschienen online unter:



ISBN-Nummer:
978-3-949245-19-0

Dezember 2022



Kooperation
international

BEAUFTRAGT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

ISBN-Nummer:
978-3-949245-19-0