

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Rainer Frietsch, Oliver Rothengatter, Peter Neuhäusler,
Patricia Helmich, Sonia Gruber

Bibliometrische Analyse des Asia- tisch-Pazifischen Raums 2016

- Endbericht -

Im Rahmen eines Projekts für das
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)
DLR Projektträger
Amerika, Asien, Ozeanien

Karlsruhe, Juli 2016

Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

© Juli 2016

Herausgeber:
Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI

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

Inhalt

1	Zusammenfassung	1
2	Einleitung	9
3	Die Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen im asiatisch-pazifischen Raum	11
4	Die Entwicklung der Konferenzbeiträge im asiatisch-pazifischen Raum.....	19
5	Qualität und Sichtbarkeit der Zeitschriftenbeiträge aus Ländern des asiatisch-pazifischen Raums	25
6	Profile	33
6.1	Profile der Länder	33
6.2	Ähnlichkeiten der Profile und deren Veränderung	45
7	Ko-Publikationen	47
7.1	Anzahl und Anteile internationaler Ko-Publikationen	47
7.2	Zitierungen der internationalen Ko-Publikationen.....	53
7.3	Die Kooperationen der asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland.....	56
8	Netzwerkanalyse	64
8.1	Ergebnisse.....	65
8.2	Wichtigste wissenschaftliche Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum in ausgewählten Feldern.....	81
9	Entwickelt sich ein (eigenständiger) asiatisch-pazifischer Forschungsraum?	88

10	Annex: Methodische Grundlagen	98
10.1	Indikatoren.....	98
10.1.1	Zitatfenster.....	98
10.1.2	Eigenzitate.....	98
10.1.3	Absolute versus fraktionierte Zählung.....	99
10.1.4	Zeitschriftenspezifische Beachtung.....	99
10.1.5	Internationale Ausrichtung	100
10.1.6	Feldspezifische Zittrate	101
10.1.7	Exzellenz-Rate.....	101
10.1.8	Internationale Ko-Publikationen	102
10.1.9	Klassifikation.....	103
10.2	Indikatoren im Überblick	104
10.3	Netzwerkanalysen	105
	Zitierte Literatur	107

Abbildungen

Abbildung 1:	Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in China, den USA und Europa sowie der Welt.....	12
Abbildung 2:	Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten asiatisch-pazifischen Ländern und Deutschland.....	14
Abbildung 3:	Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in kleineren asiatisch-pazifischen Ländern.....	14
Abbildung 4:	Anzahl der Veröffentlichungen pro 1 Mio. Einwohner im Jahr 2014.....	16
Abbildung 5:	Anteile Chinas, der USA und Europas an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen.....	16
Abbildung 6:	Anteile ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen	17
Abbildung 7:	Anteile kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen	18
Abbildung 8:	Anzahl der Konferenzbeiträge Chinas, der USA und Europas	20
Abbildung 9:	Anteile Chinas, der USA und Europas an den weltweiten Konferenzbeiträgen	21
Abbildung 10:	Anzahl der Konferenzbeiträge ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands	21
Abbildung 11:	Anteile ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands an den weltweiten Konferenzbeiträgen.....	23
Abbildung 12:	Anzahl der Konferenzbeiträge kleinerer asiatisch-pazifischer Länder	23
Abbildung 13:	Anteile kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an den weltweiten Konferenzbeiträgen	24
Abbildung 14:	Feldspezifische Zittrate Chinas, der USA und Europas.....	26
Abbildung 15:	Feldspezifische Zittrate ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands	26
Abbildung 16:	Feldspezifische Zitratraten kleinerer asiatisch-pazifischer Länder	28

Abbildung 17:	Zeitschriftenspezifische Beachtung und Internationale Ausrichtung zu drei Zeitpunkten.....	29
Abbildung 18:	Exzellenzrate Chinas, der USA und Europas.....	31
Abbildung 19:	Exzellenzrate ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands.....	31
Abbildung 20:	Exzellenzrate kleinerer asiatisch-pazifischer Länder.....	32
Abbildung 21:	Anteile von Natur- (x-Achse), Ingenieur- (y-Achse) und sonstige Wissenschaften* (Größe der Kugeln), 2012-2014.....	34
Abbildung 22:	Anteile der Medizin in den Wissenschaftsprofilen der Länder, 2012-2014.....	35
Abbildung 23:	Spezialisierungsprofile (RLA) von China, den USA und Deutschland, 2012-2014.....	39
Abbildung 24:	Spezialisierungsprofile (RLA) von China, Südkorea und Japan, 2012-2014.....	40
Abbildung 25:	Spezialisierungsprofile (RLA) von Singapur, Taiwan und Indien, 2012-2014.....	41
Abbildung 26:	Spezialisierungsprofile (RLA) von Indonesien, der Philippinen, Thailand und Vietnam, 2012-2014.....	43
Abbildung 27:	Spezialisierungsprofile (RLA) von Malaysia, Sri Lanka, Neuseeland und Australien, 2012-2014.....	44
Abbildung 28:	Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse.....	46
Abbildung 29:	Anzahl der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder, 2000-2014.....	48
Abbildung 30:	Anzahl der internationalen Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder, 2000-2014.....	49
Abbildung 31:	Anteil der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014.....	50
Abbildung 32:	Anteil der internationalen Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014.....	51
Abbildung 33:	Anteil der Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder mit Asien an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014.....	52

Abbildung 34:	Anteil der Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder mit Asien an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014.....	53
Abbildung 35:	Feldspezifische Zitatraten der Publikationen und der Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder, 2009-2011.....	55
Abbildung 36:	Feldspezifische Zitatrate der bilateralen Ko-Publikationen zwischen zwei genannten Ländern*, 2009-2011	56
Abbildung 37:	Anzahl der Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland je 10 Mio. Einwohner des jeweiligen Landes, 2014	58
Abbildung 38:	Anteile der asiatisch-pazifischen Länder an den Ko-Publikationen Deutschlands, 2014.....	59
Abbildung 39:	Index der Anteile der Ko-Publikationen der Länder mit Deutschland in Relation zum Anteil der Ko-Publikationen an allen Publikationen der Länder, 2014	60
Abbildung 40:	Anteile der Ko-Publikationen in angewandten Forschungsfeldern* mit Deutschland, den USA und den EU-28 an allen Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder, 2012-2014	63
Abbildung 41	SNA der Ko-Publikationen nach Ländergruppen.....	67
Abbildung 42	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, gesamt.....	73
Abbildung 43	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Biotechnologie	75
Abbildung 44	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Informatik (ICT).....	76
Abbildung 45	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Maschinenbau	77
Abbildung 46	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Medizin.....	79
Abbildung 47	SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Lebensmittel/Ernährung.....	80
Abbildung 48:	Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Biotechnologie.....	83
Abbildung 49:	Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Informatik	84

Abbildung 50:	Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Lebensmittel.....	85
Abbildung 51:	Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Maschinenbau.....	86
Abbildung 52:	Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Medizin.....	87
Abbildung 53:	Wachstumsrate (CAGR) des Verhältnisses der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern zwischen 2000 und 2014.....	89
Abbildung 54:	Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern	90
Abbildung 55:	Anteil der asiatischen Autorinnen und Autoren mit mind. einer asiatischen Mehrfachaffiliation	95
Abbildung 56:	Anteil der asiatischen Autorinnen und Autoren mit mind. einer nicht-asiatischen Mehrfachaffiliation.....	96

Tabellen

Tabelle 1:	Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in China, den USA und Europa sowie der Welt.....	13
Tabelle 2:	Anteile der einzelnen Felder an den wissenschaftlichen Publikationen im asiatisch-pazifischen Raum, 2010-2014.....	37
Tabelle 3:	Index der Ko-Publikationsintensität Deutschlands mit den Ländern der Region nach Wissenschaftsfeldern, 2014	62
Tabelle 4:	Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern, nach Wissenschaftsfeldern, 2000-2002.....	92
Tabelle 5:	Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern, nach Wissenschaftsfeldern, 2012-2014.....	93
Tabelle 6:	Rechenbeispiel zum Unterschied fraktionierte und Whole-Count-Zählweise bei Ko-Publikationen	103
Tabelle 7:	Übersicht über verwendete Indikatoren.....	104

1 Zusammenfassung

Australien

Australien kann zwar seine absolute Zahl der Veröffentlichungen erhöhen, liegt damit aber nur wenig oberhalb des weltweiten Wachstums und kann insofern seinen Anteil lediglich leicht auf zuletzt 2,4% ausweiten. Als englischsprachiges Land werden seine Veröffentlichungen international recht stark wahrgenommen und entsprechend hoch zitiert. Inhaltlich hat Australien Schwerpunkte in den Bereichen Geistes- und Sozialwissenschaften sowie Biologie und Ökologie. In den Ingenieur- und den meisten Naturwissenschaften ist Australien hingegen international kaum sichtbar. Australiens Ko-Publikationsneigung steigt im Zeitverlauf an. Die Hälfte aller Veröffentlichungen werden in Ko-Autorenschaft mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus anderen Ländern erarbeitet. Insbesondere in den Geistes- und Sozialwissenschaften ist die internationale Kooperationsneigung besonders ausgeprägt. In absoluten Zahlen sind es die Bereiche Medizin und Biotechnologie, die zu nennen sind. Deutschland spielt für Australien zwar eine leicht steigende Rolle als internationaler Partner, bleibt aber mit gut 10% Anteil an allen australischen Ko-Publikationen deutlich hinter den USA (28%) und Großbritannien (21%) und auch hinter China (16%) zurück. Durch die hohen Anteile von Großbritannien erreicht die EU als Ganzes einen recht hohen Ko-Publikationsanteil von über 44%. Aus deutscher Sicht nehmen die Kooperationen mit Australien anteilig ebenfalls zu, auf knapp 6%. "Down Under" ist damit hinter China das zweitwichtigste Partnerland Deutschlands im asiatisch-pazifischen Raum.

China

China konnte im Zeitverlauf seine wissenschaftlichen Publikationen sehr deutlich erhöhen auf 313.000 im Jahr 2014, was einem Anteil von knapp 16% an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen entspricht und China damit als die zweitgrößte Wissenschaftsnation hinter den USA ausweist. Neben der Quantität gelang es China auch die Qualität seiner Veröffentlichungen zu erhöhen, wenngleich es nach wie vor noch leicht unterdurchschnittlich (im Vergleich zur Welt) bleibt. China pflegt ein sehr eigenständiges und ausgeprägtes wissenschaftliches Profil mit Schwerpunkten in den Ingenieurwissenschaften sowie Teilen der Naturwissenschaften, wie beispielsweise Material und Polymere, Chemie, Physik oder Verfahrenstechnik. Weniger stark ist China in der Medizin, der Biologie und den Geistes- und Sozialwissenschaften. Neben der absoluten Zahl der Veröffentlichungen hat China auch seine Kooperationsneigung erhöht, wenngleich von einem niedrigen Niveau aus. Derzeit werden dennoch lediglich etwa 20% der chinesischen Veröffentlichungen in internationaler Ko-Autorenschaft erarbeitet. Dabei richtet China seinen Blick zwar auch auf asiatische Partner, steigert aber die Zusammenarbeit insbesondere mit den USA und auch einigen europäischen Ländern

durchaus stärker. Chinesische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler scheinen sich eher starke und etablierte Partner zu suchen, die mehrheitlich im Westen zu finden sind. Die Ko-Publikationen mit Deutschland sind seit Beginn des vergangenen Jahrzehnts zurückgegangen von knapp 10% auf mittlerweile gut 6%. Damit sind die Ko-Publikationen mit Deutschland weniger schnell gestiegen als die Ko-Publikationen Chinas insgesamt, aber schneller als die Ko-Publikationen Deutschlands. Denn aus deutscher Sicht sind die Anteile Chinas an den internationalen Ko-Publikationen angestiegen und zwar von 3% auf über 7%. In absoluten Zahlen haben sich die Ko-Publikationen zwischen Deutschland und China zwischen 2000 und 2014 mehr als versechsfacht.

Indien

Auch Indien legt im Zeitverlauf bei Publikationen deutlich zu, bleibt aber sowohl bei den Anteilen (4% weltweit) als auch den Intensitäten eher noch ein wissenschaftliches Entwicklungsland. Noch deutlicher wird dies auf Basis der Zitierungen der indischen Veröffentlichungen, die weiterhin deutlich unter dem Weltdurchschnitt bleiben und deren Trend eher nach unten statt nach oben weist. Die thematischen Schwerpunkte Indiens liegen in der Pharmazie und der Chemie sowie auch bei den angrenzenden Feldern Material, Biologie und Polymere. Indien gelingt es auch nicht, die Anteile der internationalen Ko-Publikationen zu erhöhen. Es bleibt bei einem niedrigen Niveau von etwa 17%. Innerhalb der asiatisch-pazifischen Region nehmen die Anteile der Ko-Publikationen jedoch zu. Mit Deutschland findet sich eine deutliche Steigerung der Ko-Publikationen auf das Vierfache zwischen 2000 und 2014, allerdings sinken die Anteile. Dies belegt, dass die internationalen Ko-Publikationen Indiens mit Deutschland weniger schnell wachsen als die gesamten Ko-Publikationen. Aus deutscher Sicht steigen die Anteile Indiens an allen Ko-Publikationen nur mäßig an von 1,8% im Jahr 2000 auf 2,7% im Jahr 2014.

Indonesien

Indonesien kann zwar ebenfalls seine Zahlen erhöhen. Gemessen an der Größe des Landes muss Indonesien aber als Land mit einem deutlich unterentwickelten Wissenschaftssystem bezeichnet werden. Nach einem zwischenzeitlichen Aufwärtstrend zeigen die zitatenbasierten Indikatoren für Indonesien mittlerweile nach unten und liegen auf einem weltweit unterdurchschnittlichen Niveau. Es finden sich zwar Schwerpunkte in Informatik, Elektrotechnik und auch Materialwissenschaften oder organischer Chemie, was von den gängigen Profilen sich entwickelnder Wissenschaftssysteme abweicht. Insgesamt findet Indonesien aber immer weniger Anschluss an den internationalen Wissenschaftsdiskurs. Die Ko-Publikationen des Landes steigen insbesondere seit Mitte der 2000er Jahre an und haben sich seither fast vervierfacht. Es findet sich dabei

eine sehr ausgeprägte und im Zeitverlauf sogar noch ansteigende Zusammenarbeit mit Ländern im asiatisch-pazifischen Raum. Mehr als zwei Drittel der Ko-Publikationen Indonesiens erfüllen dieses Kriterium. Mit Deutschland bleiben die absoluten Zahlen sehr begrenzt – zuletzt etwas mehr als 100 pro Jahr – und die Anteile Deutschlands variieren zwischen 6 und 9 Prozentpunkten. Aus deutscher Sicht spielt Indonesien so gut wie keine Rolle. Lediglich 0,2% der internationalen Ko-Publikationen Deutschlands haben auch eine/n Autorin/Autor mit einer Affiliation in Indonesien.

Japan

Japan hat als industrialisierte Volkswirtschaft ein starkes Wissenschaftssystem, das allerdings auf der internationalen Ebene keinerlei Dynamik entwickelt, weswegen es im internationalen Vergleich immer weiter zurück fällt. Die über den kompletten Beobachtungszeitraum nahezu konstante Anzahl von gut 80.000 Publikationen bedeutet aufgrund des Wachstums in allen anderen Ländern eine Halbierung des Anteils zwischen 2002 und 2014 auf 4% des weltweiten Publikationsaufkommens. Hinzu kommt: Japans Zitatraten sind und bleiben leicht unterhalb des weltweiten Durchschnitts. Thematische Schwerpunkte finden sich bei den spezifischen Ingenieurwissenschaften, Polymeren, Biotechnologie oder Biologie. Japan kann aber immerhin seinen Anteil an internationalen Kooperationen erhöhen und tut dies stärker im asiatisch-pazifischen Raum als mit Nordamerika und Asien. Besonders intensiv ko-publiziert Japan in organischer und Grundstoffchemie, Materialwissenschaften, Physik, aber auch in Ökologie/Klima und Geowissenschaften. Die Ko-Publikationen mit Deutschland werden gerade einmal verdoppelt zwischen 2003 und 2014. Damit steigt die Bedeutung Deutschlands für Japan von ca. 9% auf 11% an. Umgekehrt nimmt die Bedeutung Japans für die Ko-Publikationen Deutschlands hingegen ab und zwar von mehr als 5% auf ca. 4,5%.

Malaysia

Malaysia gehört zu den Ländern mit der größten Dynamik. Von 2007 bis 2014 hat sich die Anzahl der Veröffentlichungen fast verfünffacht. Gut 13.000 Veröffentlichungen im Jahr 2014 bedeuten einen Anteil von knapp 0,7% an den weltweiten Veröffentlichungen. Parallel zum massiven Aufwuchs ist es Malaysia aber nicht gelungen, auch seine Sichtbarkeit bzw. Qualität zu erhöhen. Es bleibt sehr deutlich unterhalb des Weltdurchschnitts. Schwerpunkte im malaysischen Wissenschaftsprofil bilden neben Lebensmittelforschung und den speziellen Ingenieurwissenschaften in der jüngeren Vergangenheit auch die Informatik und die Elektrotechnik. Es entwickelt sich mit seinem Profil jedoch weg von den etablierten Wissenschaftsnationen. Bei internationalen Ko-Publikationen ist der Anteil eher niedrig, gemessen an der Größe des Landes, aber zuletzt angestiegen. Gut 40% wurden in internationaler Kooperation publiziert. Dabei richtet Malaysia allerdings immer stärker seine Aufmerksamkeit auf Länder außerhalb

der asiatisch-pazifischen Region. Sehr intensiven Austausch pflegt Malaysia bei Chemieingenieurwesen und Materialforschung sowie Kunststoffen, aber auch bei Informatik oder Ökologie/Klima. Die Ko-Publikationen mit Deutschland haben sich zwischen 2005 und 2014 zwar versechsfacht, bleiben aber mit knapp 240 gemeinsamen Veröffentlichungen auf bescheidenem absoluten Niveau. Knapp 3,3% aller Ko-Publikationen und 1,4% aller Publikationen Malaysias entstehen in Zusammenarbeit mit deutschen Kolleginnen und Kollegen. Aus deutscher Sicht bleibt Malaysia mit einem Anteil von 0,4% an allen Ko-Publikationen (bzw. 0,2% an allen Veröffentlichungen) auch unter den kleineren Ländern ein kleiner Partner.

Neuseeland

Neuseeland verhält sich bei den wissenschaftlichen Publikationen eher unscheinbar und kann seinen weltweiten Anteil nur leicht auf 2,6 Prozentpunkte erhöhen. Allerdings hat es mit 1.500 Veröffentlichungen pro 1 Million Einwohner pro Jahr eine sehr hohe Intensität. Auch die Qualität und Sichtbarkeit ist überdurchschnittlich und konnte in den letzten Jahren mehrheitlich noch gesteigert bzw. auf hohem Niveau etabliert werden. Thematische Schwerpunkte finden sich in den Geistes- und Sozialwissenschaften sowie bei Ökologie und Biologie. Die internationale Vernetzung, gemessen durch Ko-Publikationen, stieg im Zeitverlauf an und erreichte zuletzt ein Niveau von gut 55%. Neuseeland kooperiert international besonders intensiv in den Bereichen Geowissenschaften, Ökologie/Klima und Biologie. Die Ko-Publikationen mit Deutschland haben sich zwar etwa auf das Fünffache erhöht gegenüber dem Jahr 2001, bleiben aber mit ca. 600 pro Jahr absolut betrachtet eher gering. Deutschlands Anteil an den Ko-Publikationen Neuseelands steigt von 7% auf ca. 11%. Umgekehrt werden lediglich ca. 1% der deutschen Ko-Publikationen gemeinsam mit einem neuseeländischen Autor oder Autorin veröffentlicht.

Philippinen

Die Philippinen müssen auch weiterhin als wissenschaftliches Entwicklungsland gelten. Sie erreichen kaum eine Dynamik und liegen bezogen auf die Intensitäten (Veröffentlichungen pro 1 Million Einwohner) am Ende der hier verglichenen Länder. Die Anteile liegen deutlich unterhalb von 0,1% an den weltweiten Veröffentlichungen. Die feldspezifische Zittrate ist allerdings im Zeitverlauf angestiegen und liegt mehrheitlich oberhalb des weltweiten Durchschnitts. Gleiches gilt zuletzt auch für die Exzellenzrate. Schwerpunkte finden sich in der Biologie, bei Ökologie und weniger ausgeprägt auch bei Lebensmitteln. Der Anteil an internationalen Ko-Publikationen ist mit zuletzt knapp 70% durchaus hoch, das heißt, das philippinische Wissenschaftssystem ist gut vernetzt, ist aber auch auf Input von außen angewiesen. Diesen Input holt es sich insbesondere in den Geowissenschaften, Ökologie/Klima und Biologie. Deutschland spielt

bei den Ko-Publikationen des Landes eine ähnliche Rolle wie für viele andere Länder auch und erreicht Anteile von zuletzt 7-9%. Umgekehrt können die weniger als hundert Ko-Publikationen zwischen Deutschland und den Philippinen in Deutschland lediglich einen Anteil von gut 0,1% der internationalen Ko-Publikationen abdecken.

Singapur

Singapur hat die beeindruckendste Entwicklung unter den betrachteten Ländern genommen. Dies gilt weniger für die Anzahl der Veröffentlichungen des Stadtstaates, wobei eine Intensität von mehr als 1.500 Veröffentlichungen pro Einwohner auch für so ein kleines Land mehr als nennenswert ist, sondern vielmehr für die Qualität des wissenschaftlichen Outputs. Singapur erreicht die höchste feldspezifische Zittrate nicht nur unter den Vergleichsländern, sondern gleichzeitig auch weltweit. Gleiches gilt auch für die Exzellenzrate, die zuletzt bei 22% lag und damit den Erwartungswert von 10% um mehr als das Doppelte übersteigt. Beeindruckend dabei ist, dass zu Beginn des neuen Jahrtausends diese Indikatoren noch durchschnittlich bzw. leicht unterdurchschnittlich waren. Inhaltliche Schwerpunkte legt Singapur auf Informatik, Elektrotechnik, Materialforschung und Teile der Chemie. Singapurs internationale Ko-Publikationsintensität entspricht dabei mit einem Wert von gut 60% in etwa dem Niveau wie es auch von der Schweiz oder einigen skandinavischen Ländern bekannt ist. Besonders intensiv kooperiert Singapur dabei ebenfalls in seinen Stärken, nämlich Informatik, Elektrotechnik und Materialforschung (inkl. Polymere und Chemieingenieurwesen). Deutschland spielt für das kleine südost-asiatische Land als Kooperationspartner eine ansteigende, wenn auch verglichen mit vielen anderen Ländern mit etwa 6% wenig ausgeprägte Rolle. Umgekehrt reichen die zuletzt knapp 500 Ko-Publikationen der beiden Länder gerade mal für 0,8% aller Ko-Publikationen Deutschlands – was allerdings eine Vervierfachung des Anteils gegenüber dem Jahr 2000 darstellt.

Sri Lanka

Sri Lanka ist das kleinste hier betrachtete Land bezogen auf die Anzahl der Veröffentlichungen. Zwar kann es gegenüber dem Jahr 2005 bis zum Jahr 2014 seine Veröffentlichungen etwa verdoppeln. 578 Zeitschriftenbeiträge bedeuten aber einen weltweiten Anteil von weniger als 0,03%. Die Sichtbarkeit in Form von Zitraten nimmt im Zeitverlauf leicht zu, bleibt aber noch unter dem weltweiten Durchschnitt. Für eine sich entwickelnde Wissenschaftsnation zeigt sich ein typisches Profil mit Schwerpunkten in den Sozialwissenschaften sowie bei Lebensmitteln und Biologie. Das internationale Kooperationsniveau ist mit knapp 60% als den Erwartungen eines sich entwickelnden Landes dieser Größe einzustufen. Zwischen Deutschland und Sri Lanka sind die Ko-Publikationen im Jahr 2014 deutlich in die Höhe geschneilt, bleiben aber mit 55 erfassten Veröffentlichungen auf überschaubarem Niveau.

Südkorea

Südkorea kann im Zeitverlauf seine wissenschaftlichen Publikationen deutlich steigern auf gut 52.000 im Jahr 2014, sodass die Publikationsintensität von gut 1.000 pro 1 Million Einwohner leicht oberhalb des EU-Durchschnitts liegt. Südkorea erreicht einen Anteil an den weltweiten Veröffentlichungen von 2,6%, nachdem es Mitte des vergangenen Jahrzehnts lediglich 1,6% waren. Die feldspezifische Zitatrate liegt seit 2008 leicht oberhalb des weltweiten Durchschnitts und die Exzellenzrate bereits über den gesamten Beobachtungszeitraum oberhalb des Erwartungswerts von 10%. Wissenschaftliche Schwerpunkte setzt Korea in der Informatik, Messen und Regeln, Ökologie, Lebensmittel sowie Chemie und Pharmazie. Die internationale Kooperationsintensität ist mit knapp 30% unverändert und eher niedrig einzustufen. Es scheint aber, dass sich Südkorea in der jüngeren Vergangenheit etwas stärker mit den asiatischen und weniger mit den westlichen Wissenschaftsnationen austauscht. Besonders intensiv kooperiert Südkorea dabei im Bereich Material (Materialwissenschaften, Chemieingenieurwesen und Polymere). Die Ko-Publikationen mit Deutschland nehmen für Südkorea eine leicht ansteigende Bedeutung ein, bleiben aber mit gut 7% hinter den Anteilen Deutschlands in vielen anderen Ländern zurück. Umgekehrt steigen auch die Anteile Südkoreas an den Ko-Publikationen Deutschlands, allerdings lediglich von gut 1% auf gut 2% zwischen 2000 und 2014.

Taiwan

25-27.000 Zeitschriftenartikel pro Jahr stammen aus Taiwan, was eine Publikationsintensität von mehr als 1000 Veröffentlichungen je 1 Million Einwohner bedeutet – Deutschland liegt mit etwa 1000 Veröffentlichungen knapp dahinter – und allerdings zu leicht sinkenden internationalen Anteilen von zuletzt 1,3% führen. Taiwans Zitatrate liegt bei steigendem Trend seit etwa 2007 oberhalb des weltweiten Durchschnitts, was auch für die Exzellenzrate gilt. Wissenschaftliche Schwerpunkte legt Taiwan auf Informatik und Elektrotechnik, ebenso wie Messen und Steuern sowie Materialforschung. Gemessen an der Größe des Landes ist der Anteil der internationalen Ko-Publikationen mit knapp 27% jedoch als niedrig einzustufen, wenngleich zuletzt ein leicht ansteigender Trend sichtbar wurde. Taiwan orientiert sich dabei sehr stark hin zum asiatisch-pazifischen Raum – ca. die Hälfte der Ko-Publikationen haben entsprechende Partner – insbesondere China, aber auch Indien, Japan und Südkorea nehmen an Bedeutung zu. Deutschland ist für Taiwan von nur leicht ansteigender relativer Bedeutung bei den Ko-Publikationen, und dies obwohl sich Schwerpunkte bei den internationalen Kooperationen des südost-asiatischen Landes bei deutschen Stärken wie Physik, Geowissenschaften oder organischer Chemie finden. Aus deutscher Sicht führen die gut 600 Ko-Publikationen der beiden Länder zu einem Anteil von gut 1%, der sich damit gegenüber dem Jahr 2000 etwa verdoppelt hat.

Thailand

Das südost-asiatische Land erreicht mit etwa 7.000 Veröffentlichungen pro Jahr zwar absolute Zahlen, wie sie auch Neuseeland erreicht und konnte seinen wissenschaftlichen Output seit Mitte der 2000er Jahre kontinuierlich steigern. Dieser Anstieg konnte aber in den letzten beiden Beobachtungsjahren 2013 und 2014 nicht weiter fortgeführt werden. Das durchschnittliche jährliche Wachstum seit dem Jahr 2000 ist mit 11,8% mehr als doppelt so hoch wie das weltweite Wachstum und kann damit zu den dynamischen Ländern gezählt werden – wenngleich von recht niedrigem Niveau startend. Es muss jedoch als wissenschaftliches Entwicklungsland bzw. als nicht auf Wissenschaft ausgerichtetes Land bezeichnet werden, was die Publikationsintensität – Veröffentlichungen je eine Million Einwohner – mit einem deutlich unterdurchschnittlichen Wert von etwa 100 belegt. Thailand hat auch bei der Qualität der Veröffentlichungen ein wenig eingebüßt. Lagen die entsprechenden Werte zu Beginn dieses Jahrzehnts noch leicht oberhalb des weltweiten Durchschnitts, so lagen Sie in den letzten drei Beobachtungsjahren darunter. Thailand hat Schwerpunkte wie es für sich entwickelnde Wissenschaftssysteme durchaus typisch ist in den Bereichen Lebensmittel sowie für Landwirtschaft relevante Bereiche wie Biologie, (Teile der) Chemie und angrenzende Bereiche wie Pharmazie und weniger ausgeprägt auch Biotechnologie. Thailand hat hingegen Schwerpunkte weder in der Physik noch in den Ingenieurwissenschaften. Medizin, Ökologie oder auch Ökonomie misst Thailand in etwa ein ähnliches Gewicht in seinem Wissenschaftsprofil zu, wie es dem weltweiten Durchschnitt entspricht. Hinsichtlich der Ko-Publikationen erreicht Thailand eine Quote von zuletzt ca. 45%, wobei knapp die Hälfte davon mit Partnern innerhalb Asiens zustande kommt. Deutschland hatte zuletzt einen Anteil von gut 8% an den internationalen Ko-Publikationen Thailands. Dies ist eine Verdopplung der Anteile und eine Versiebenfachung der absoluten Zahlen seit 2003. Auch aus deutscher Sicht hat sich neben der Anzahl auch die Bedeutung der Ko-Publikationen mit Thailand von 0,18% auf zuletzt mehr als 0,5% aller deutschen Ko-Publikationen erhöht, bleibt damit aber weiterhin eher marginal. Das mit Abstand wichtigste Partnerland sind auch für Thailand die USA (32%), wobei die EU-28 als Gruppe in den letzten Jahren sogar noch höhere Anteile auf sich vereinen (ca. 33%). Dabei lassen sich die meisten Ko-Publikationen der Medizin zuordnen, mit deutlichem Abstand gefolgt von Biotechnologie sowie Physik und Ökologie/Klima.

Vietnam

Lediglich knapp 1.600 Veröffentlichungen im Jahr 2014 stammen aus Vietnam. Gegenüber 2007 wurden die Zahlen fast vervierfacht. Die Publikationsintensität (gemessen an der Einwohnerzahl) bleibt jedoch im Vergleich der hier untersuchten Länder weit zurück und klassifiziert Vietnam als wissenschaftliches Entwicklungsland. Die Zitatraten sind eher erratisch, bleiben aber mehrheitlich oberhalb des weltweiten Durch-

schnitts, wenngleich die Exzellenzrate nur selten den Erwartungswert erreicht. Thematische Schwerpunkte liegen bei Biologie und Lebensmitteln, aber auch bei Informatik und Elektrotechnik. Was die internationalen Ko-Publikationen angeht, so erreicht Vietnam mit einer Quote von 74% den höchsten Anteil unter den Vergleichsländern, was es erneut als wissenschaftliches Entwicklungsland ausweist, denn es ist in erster Linie auf Input von außen angewiesen. Die Ko-Publikationen mit Deutschland sind in absoluten Zahlen gestiegen, erreichen aber mit weniger als 200 Publikationen ein bescheidenes Maß. Deutschland ist für Vietnam mit 9-10% der jährlichen Ko-Publikationen zwar ein nennenswerter, aber keineswegs der wichtigste Partner. Den höchsten Anteil erreichen die US-Amerikaner, allerdings mit gut 17% deutlich weniger als in den meisten anderen Ländern. Die Ressentiments auf beiden Seiten sind auch mehr als 30 Jahre nach dem Ende des Vietnamkriegs sichtbar. Wichtige Partnerländer für Vietnam sind daher Japan und Korea, gefolgt von Australien und – interessanterweise – Frankreich, das hier Quoten von knapp 12% erreicht und damit sogar wichtiger als China erscheint. Die internationalen Ko-Publikationen im Bereich Medizin sind eher unterdurchschnittlich häufig anzutreffen und folgen auch einem sinkenden Trend bezüglich der Anteile. Besonders häufig kooperiert Vietnam in Biologie und Biotechnologie, Ökologie/Klima, aber auch in den speziellen Ingenieurwissenschaften.

2 Einleitung

Die vergangenen 10-15 Jahre haben nicht nur weltwirtschaftlich deutliche Veränderungen mit sich gebracht, sondern auch die Wissenschaftssysteme und die Verteilung der Wissensproduktion haben sich verändert. Es sind neue Länder in die Spitzengruppe der wissenschaftlichen Forschung vorgedrungen bzw. haben sich das Ziel gesetzt, sich weiter zu verbessern. Neben China und Indien sind im asiatisch-pazifischen Raum auch Korea oder selbst Malaysia zu nennen, das sich zwar nicht zu der Spitzengruppe zählen darf, aber immerhin eine deutliche Dynamik an den Tag legte. Allerdings haben auch die anderen aufholenden Länder in der Reihe der BRICS – also Russland, Brasilien und Südafrika – sowie einige osteuropäische und bisweilen auch afrikanische Länder ihr wissenschaftliches Engagement derart ausgeweitet, dass die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen, die auf der internationalen Ebene sichtbar sind, gewachsen ist – in manchen Ländern deutlich stärker als der weltweite Durchschnitt.

Neben den reinen Zahlen und ihrer Entwicklung ist es aus deutscher Sicht auch interessant zu wissen, in welchen Wissenschaftsfeldern und mit welcher Qualität die Wissenschaftssysteme arbeiten. Das erste Zielfeld der Internationalisierungsstrategie der Bundesregierung (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2008) hat zum Ziel, weltweit mit den Besten zusammenzuarbeiten. Daher ist es einerseits wichtig zu wissen, wo gute Forschung gemacht wird, um gegebenenfalls das dort produzierte Wissen für die eigenen Arbeiten zu nutzen oder den wissenschaftlichen Diskurs zu suchen. Andererseits ist es aber auch relevant, um mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in den jeweiligen Ländern Kooperationsbeziehungen aufzubauen und gemeinsam zu forschen. Für die politischen Akteure ist es daher von besonderer Bedeutung, die Intensität und die thematische Ausrichtung der Kooperationsbeziehungen zu kennen, um diese gegebenenfalls verstärken oder unterstützen zu können.

Die Messung der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit ist komplex und vielschichtig, nicht zuletzt, da institutionelle Rahmenbedingungen und vor allem Fächerspezifika und damit Fächerprofile bei einem Vergleich von Wissenschaftssystemen bzw. einer generellen Bewertung berücksichtigt werden müssen. Eine Methode, um insbesondere den Output von Wissenschaftssystemen zu analysieren und zu bewerten, ist die sogenannte Bibliometrie, d.h. die systematische und zielgerichtete Nutzung der Informationen in wissenschaftlichen Veröffentlichungen.¹ Hier hat sich aufgrund der Datenverfügbarkeit

¹ Eine Beschreibung der verwendeten Methoden und Indikatoren findet sich im Anhang in Kapitel 10. Eine kurze Erläuterung sowie Interpretationshilfen finden sich jeweils in den inhaltlichen Kapiteln. Um jedoch die Inhalte gegenüber den Methoden in den Vordergrund zu stellen, werden die technischen Details im Anhang erläutert.

und der Aktualität der Daten sowie auch der Bedeutung in den meisten Disziplinen insbesondere die Verwendung von wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträgen etabliert. Der Unterschied der Bibliometrie zur Bibliographie ist, dass zusätzlich zu den bibliographischen Angaben wie Autorin/Autor, Institutionen, Veröffentlichungsdatum etc. auch die Informationen zu den referenzierten Veröffentlichungen genutzt werden. Damit wird es einerseits möglich zu erfassen, was von den jeweiligen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern zitiert wird. Dies kann beispielsweise dazu genutzt werden, die Themen und Disziplinen näher zu bestimmen oder auch die Wissensbasis eines Themenstrangs zu identifizieren. Viel interessanter ist und wesentlich häufiger verwendet wird aber die umgekehrte Perspektive, nämlich die Zählung der Zitierungen, die eine wissenschaftliche Veröffentlichung von anderen, nachfolgenden Veröffentlichungen erhält. Damit wird zumindest die Sichtbarkeit der Veröffentlichung im wissenschaftlichen Umfeld abgebildet. Diese Sichtbarkeit wird dann im Allgemeinen als Qualität der Veröffentlichung interpretiert in dem Sinn, dass Publikationen von höherer Qualität auch eine höhere Anzahl an Zitierungen erreichen.

Dieser Bericht dokumentiert anhand empirischer Ergebnisse auf Basis bibliometrischer Daten die Entwicklung ausgewählter Länder aus dem asiatisch-pazifischen Raum und bewertet auf dieser Grundlage die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit sowie deren Kooperationsbeziehungen. Dabei werden sowohl bibliographische Angaben als auch die bibliometrischen Informationen (Zitierungen) verwendet. Die Liste der Länder umfasst Australien, China, Japan, Indien, Indonesien, Malaysia, Neuseeland, die Philippinen, Singapur, Sri Lanka, Südkorea, Taiwan, Thailand und Vietnam. Zu Vergleichszwecken werden auch Daten für Deutschland, EU-28 und die USA sowie bisweilen auch für Frankreich und Großbritannien dargestellt.

3 Die Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen im asiatisch-pazifischen Raum

Die Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen weltweit hat sich seit Beginn der Jahrtausendwende sehr dynamisch entwickelt. In der Datenbank Scopus sind pro Jahr ca. 2 Millionen Zeitschriftenveröffentlichungen (Article, Letter, Note, Review) erfasst. Gegenüber dem Jahr 2000 sind dies fast doppelt so viele, wobei anzumerken ist, dass die Datenbank Scopus eine breitere Abdeckung erst ab etwa Mitte der 2000er erreicht, sodass die Veränderungen innerhalb dieses ersten Beobachtungszeitraums auch dem Aufbau der Datenbank geschuldet sind. Abbildung 1 zeigt neben den Gesamtzahlen zunächst die Entwicklung der Veröffentlichungen in den beiden größten Ländern weltweit, nämlich China und den USA, sowie in den EU-28-Ländern zum Vergleich. Während die Anzahl der Veröffentlichungen generell angestiegen ist, war die Entwicklung in China insbesondere seit Mitte der 2000er Jahre deutlich dynamischer als in den USA und Europa. China erreichte im Zeitraum von 2007 bis 2014 ein jahresdurchschnittliches Wachstum (CAGR) seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen von 9,7%. Das ist mehr als das doppelte des Wachstums der weltweiten Veröffentlichungen. Über die Zeit hat sich China den USA in absoluten Zahlen immer stärker angenähert und wird vermutlich vor dem Ende des Jahrzehnts die USA eingeholt haben, die mit 375.000 Veröffentlichungen im Jahr 2014 noch leicht vor China mit zuletzt 313.000 Veröffentlichungen stehen. Die EU konnte sich ebenfalls seit etwa Mitte der 2000er Jahre von den USA absetzen, allerdings weder das chinesische noch das weltweite Wachstum erreichen. Mit einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate zwischen 2007 und 2014 von 3,1% ist die EU fast doppelt so stark gewachsen wie die USA oder auch wie Deutschland. Gemessen in Veröffentlichungen sind die EU-28 der weltweit größte Forschungsraum, mit knapp 520.000 Veröffentlichungen pro Jahr.

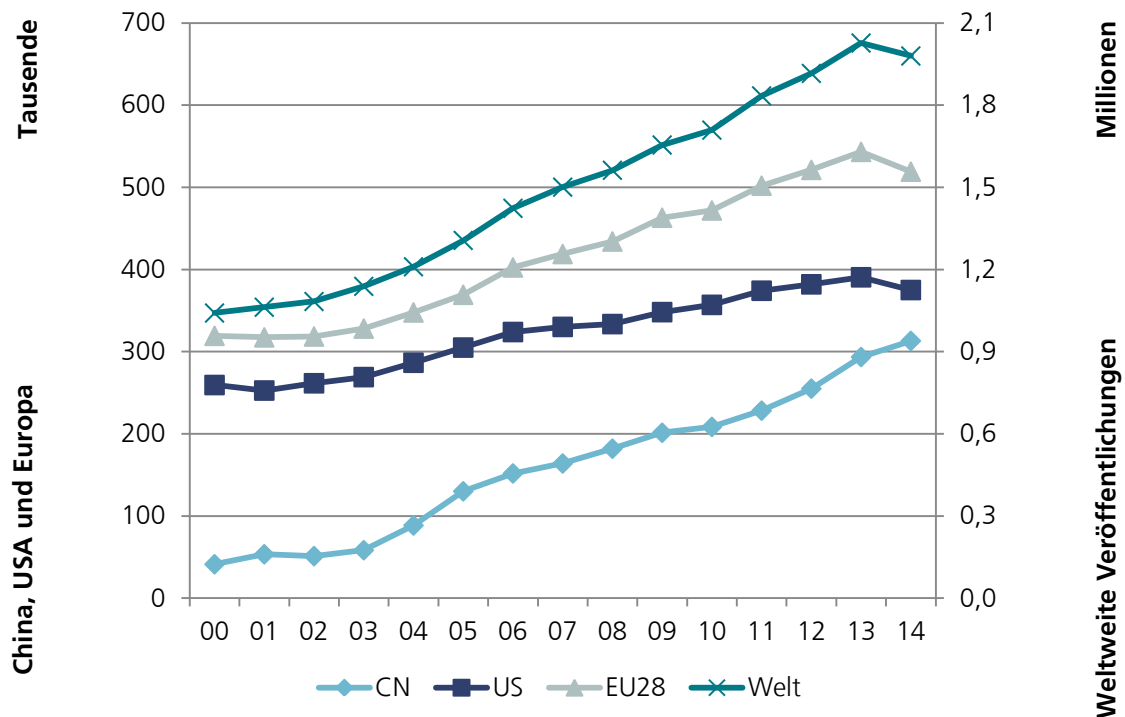
Abbildung 2 zeigt die Anzahl der Veröffentlichungen in den größeren asiatisch-pazifischen Ländern im Vergleich zu Deutschland. Mit Ausnahme Japans, das jahresdurchschnittlich 0,4% weniger Zeitschriftenbeiträge zwischen 2007 und 2014 veröffentlicht hat, erweisen sich alle Länder als durchaus dynamisch, wobei sich Indien (11,2% p.a.) aber auch Korea (9,9% p.a.) besonders hervortun. Indien hat die Anzahl der Publikationen zwischen 2007 und 2014 etwa verdoppelt und erreicht mittlerweile ein absolutes Niveau wie es auch Deutschland und Japan erreichen. Auch Korea konnte gegenüber 2007 die Publikationszahlen fast verdoppeln und liegt in absoluten Zahlen mittlerweile sogar vor Australien.

Die kleineren asiatisch-pazifischen Länder, von denen die meisten zu den sich noch entwickelnden Wissenschaftsnationen gezählt werden müssen, sind in Abbildung 3

dargestellt. Auch hier ist in allen Fällen eine Dynamik sichtbar, wobei Malaysia² sehr deutlich hervorsticht. Im Zeitraum von 2007 bis 2014 hat das Land mit knapp 30 Mio. Einwohnern ein jahresdurchschnittliches Wachstum von beeindruckenden 25,2% erreicht. Es hat die Anzahl der Veröffentlichungen gegenüber 2007 fast verfünffachen können. Das Wachstum wird mit 27% nur noch überboten von dem 8,5mal größeren Indonesien, das allerdings in absoluten Zahlen weniger als ein Fünftel der Veröffentlichungen von Malaysia erreicht.

Neuseeland und auch Thailand liegen mit etwa 7.000 Veröffentlichungen pro Jahr etwa gleichauf, während die Philippinen und Sri Lanka mit gut 500 bzw. knapp 1.000 Veröffentlichungen nur sehr wenige Beiträge zur internationalen Wissenschaft leisten.

Abbildung 1: Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in China, den USA und Europa sowie der Welt



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

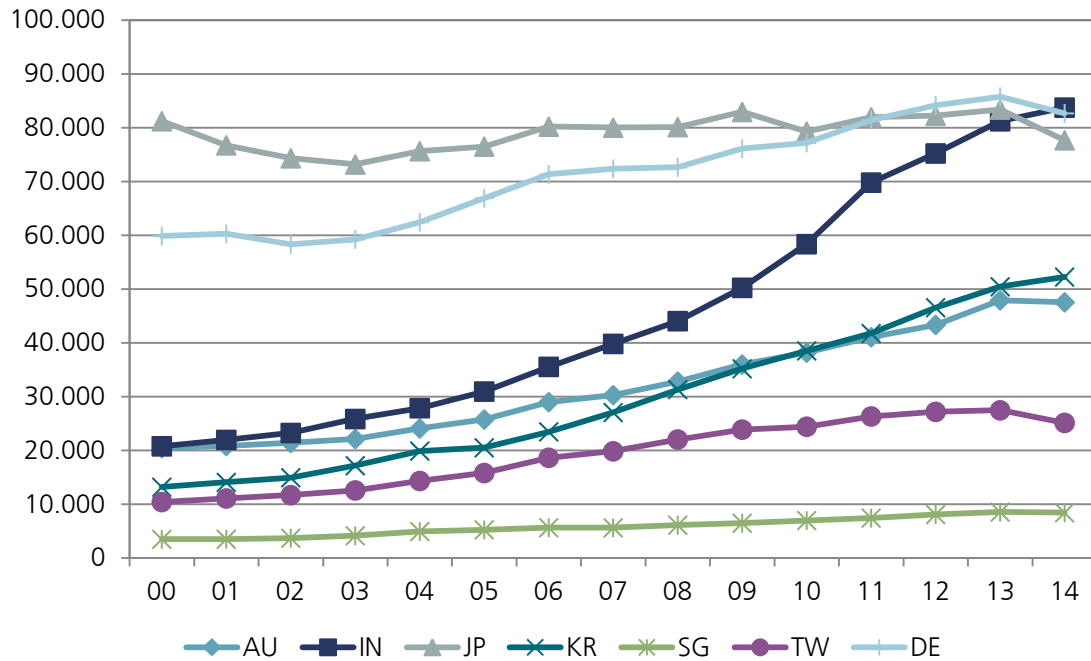
- 2 Eine explizite Erklärung für den enormen Aufwuchs der malaysischen Veröffentlichungen lässt sich anhand von Inputfaktoren wie bspw. Forschungs-/Wissenschaftsausgaben nicht finden. Ein Politikwechsel oder andere wissenschaftspolitische Initiativen lassen sich vordergründig ebenfalls nicht als Erklärung identifizieren. Ebenso ist ein Datenbankeffekt ausgeschlossen, denn ein vergleichbares Wachstum findet sich auch im Science Citation Index. Insofern bleibt im Wesentlichen nur eine Verhaltensänderung der malaysischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler festzustellen, die offensichtlich deutlich stärker in international sichtbaren Zeitschriften publizieren.

Tabelle 1: Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in China, den USA und Europa sowie der Welt

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AU	20479	20861	21422	22136	24104	25771	29001	30303	32825	35986	38207	41069	43356	47927	47554
CN	41353	53517	51288	58450	88550	130155	151895	164010	182021	201417	208511	228314	255110	293585	313146
ID	301	264	257	276	338	415	454	473	506	734	883	1244	1434	1891	2517
IN	20801	21978	23271	25870	27882	30969	35564	39831	44063	50248	58368	69808	75228	81216	83746
IR	1335	1589	2224	3035	3945	5506	7863	10581	13420	17437	20641	28987	30992	31990	32361
JP	81217	76740	74334	73180	75649	76505	80207	80026	80125	82940	79288	81956	82235	83395	77674
KR	13194	14087	14961	17196	19907	20521	23481	27073	31337	35212	38530	41764	46558	50452	52256
LK	199	206	228	267	258	322	298	356	416	450	424	499	530	552	578
MY	1036	977	988	1238	1503	1791	2280	2735	3928	6250	7853	10582	11574	13095	13216
NZ	4017	4008	4035	4186	4581	5017	5232	5502	5733	6078	6515	7251	7361	7369	7059
PH	295	253	333	313	308	387	381	388	500	559	618	811	783	867	878
SG	3505	3518	3702	4164	4959	5266	5665	5642	6134	6502	7003	7457	8112	8562	8443
TH	1390	1511	1703	1841	2111	2749	3479	3758	4253	5007	5582	6204	6702	6839	6611
TW	10434	11096	11712	12595	14351	15820	18665	19866	22058	23895	24436	26339	27197	27484	25151
VN	195	215	195	253	274	332	377	431	591	669	784	950	1188	1407	1558
DE	59860	60280	58322	59240	62440	66915	71333	72397	72643	76123	77198	81429	84142	85738	82681
FR	42099	41550	41013	41538	43228	45149	48076	49875	52154	54853	55797	58141	59584	60942	58136
GB	70738	66353	66706	67895	70594	75340	82198	85021	83538	87893	89060	93457	96001	99462	92299
US	259503	252798	261634	269137	286644	305060	323999	330237	333692	348222	357048	374253	382046	390629	375093
EU28	319355	317515	318536	328188	347819	369344	402581	418924	434166	463117	471967	502131	521332	543283	519150
Welt	1041424	1062512	1083442	1138797	1210292	1306528	1423693	1500996	1562519	1654879	1709271	1834176	1916197	2027132	1979861

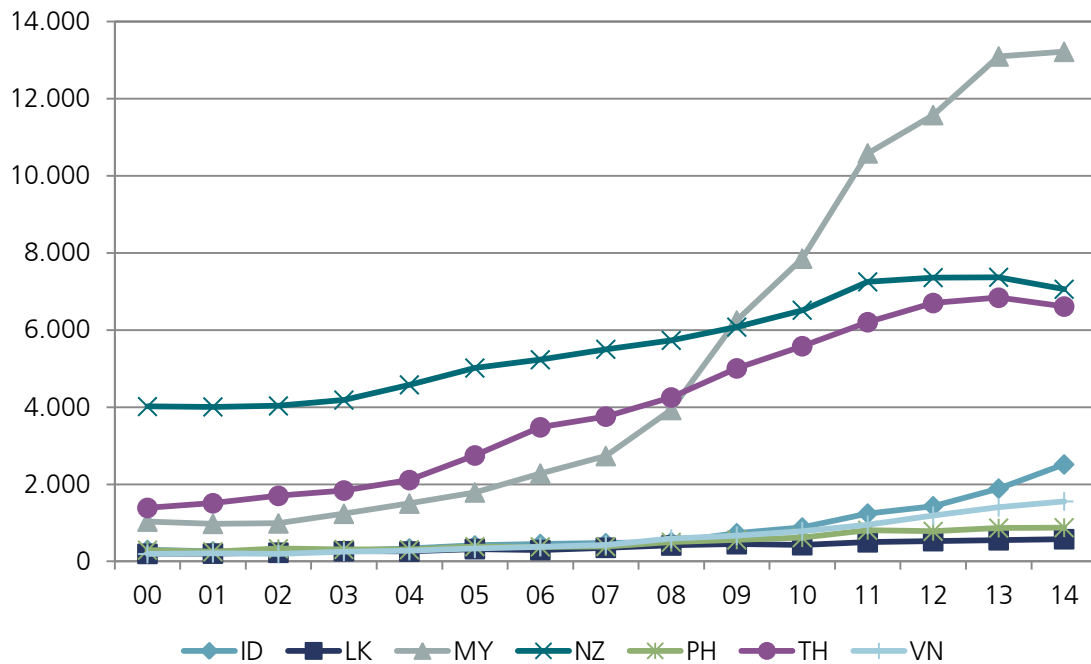
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 2: Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in ausgewählten asiatisch-pazifischen Ländern und Deutschland



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 3: Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in kleineren asiatisch-pazifischen Ländern



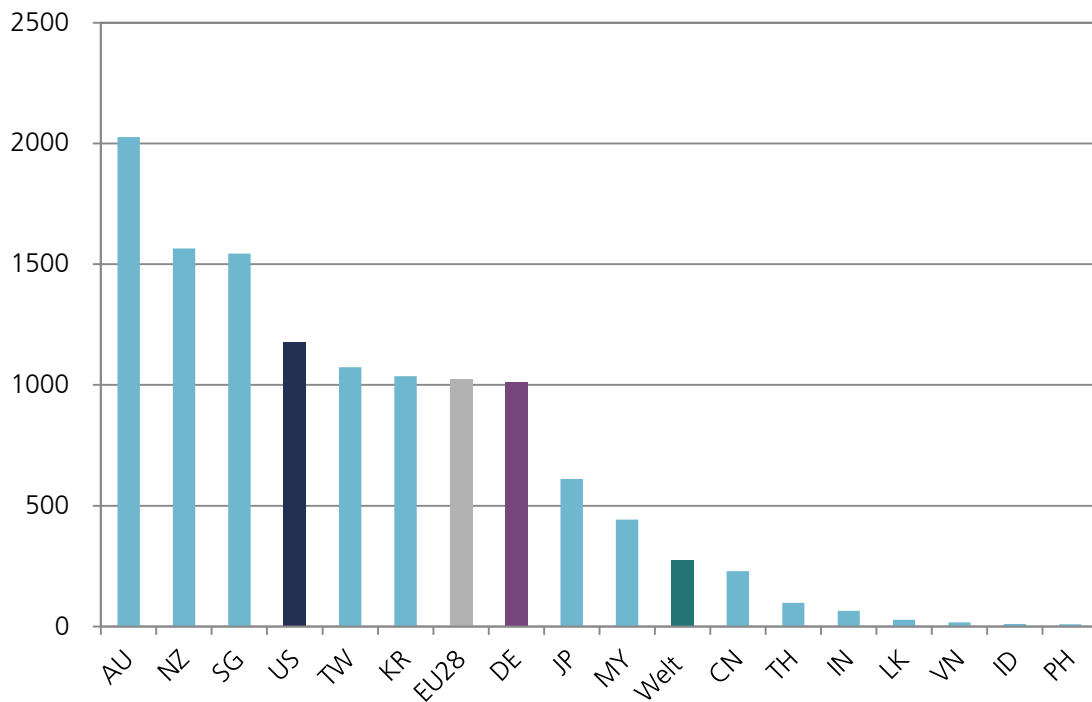
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Anzahl der Veröffentlichungen pro Kopf – hier in Relation zur Bevölkerung und nicht etwa in Relation zu den Forschenden, da verlässliche Zahlen nicht für alle Länder zur Verfügung stehen – kann als einfaches Maß der Wissenschaftsorientierung eines Landes bzw. als Produktivitätsmaß interpretiert werden. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass die englischsprachigen Länder einen deutlichen Vorteil haben, gegenüber jenen Ländern mit einem eigenen Sprachraum (Michels/Schmoch 2012), wo zusätzlich Veröffentlichungen entstehen, die einer breiten internationalen wissenschaftlichen Öffentlichkeit schwer zugänglich sind. Zwar sind auch solche Veröffentlichungen, die im jeweiligen Land bzw. im jeweiligen Sprachraum eine wichtige Rolle einnehmen, in Scopus teilweise ebenfalls erfasst, sofern sie die Voraussetzung von englischen Titeln und englischen Abstracts erfüllen. Diese nehmen aber nur einen kleinen Teil der Veröffentlichungen in der Datenbank ein.

Das produktivste Land ist nach diesem Indikator Australien³, mit leichtem Abstand gefolgt von Neuseeland und Singapur, die jeweils etwa 1.500 Veröffentlichungen pro 1 Million Einwohner pro Jahr erreichen (siehe Abbildung 4). Es folgt ein breites Mittelfeld, was von den USA angeführt wird und zu dem neben Deutschland und der EU auch Taiwan und Korea gehören. Japan hat – gemessen an der Bevölkerung – einen Output von gut 600 wissenschaftlichen Publikationen je 1 Million Einwohner. Auch Malaysia liegt durch den deutlichen Aufwuchs der vergangenen Jahre mit knapp 500 Veröffentlichungen noch oberhalb des weltweiten Durchschnitts. Knapp darunter liegt China und dann folgen mit deutlichem Abstand Thailand, Indien, Sri Lanka, Vietnam, Indonesien und schließlich die Philippinen. Zwar haben China, Indien und auch Indonesien aufgrund der recht großen Bevölkerungszahl einen schweren Stand bei diesem Indikator. Hinzu kommt der eigene große Sprachraum, der hier unterbelichtet ist. Dennoch kann von China bezogen auf den eigenen wissenschaftlichen Anspruch deutlich mehr erwartet werden, weshalb die Schlussfolgerung nahe liegt, dass es die USA als in absoluten Zahlen gemessen größte Forschungsnation der Welt in absehbarer Zeit ablösen wird. Die anderen genannten Länder unterhalb des Weltdurchschnitts können jedoch nicht als wissenschaftsorientierte Länder bezeichnet werden.

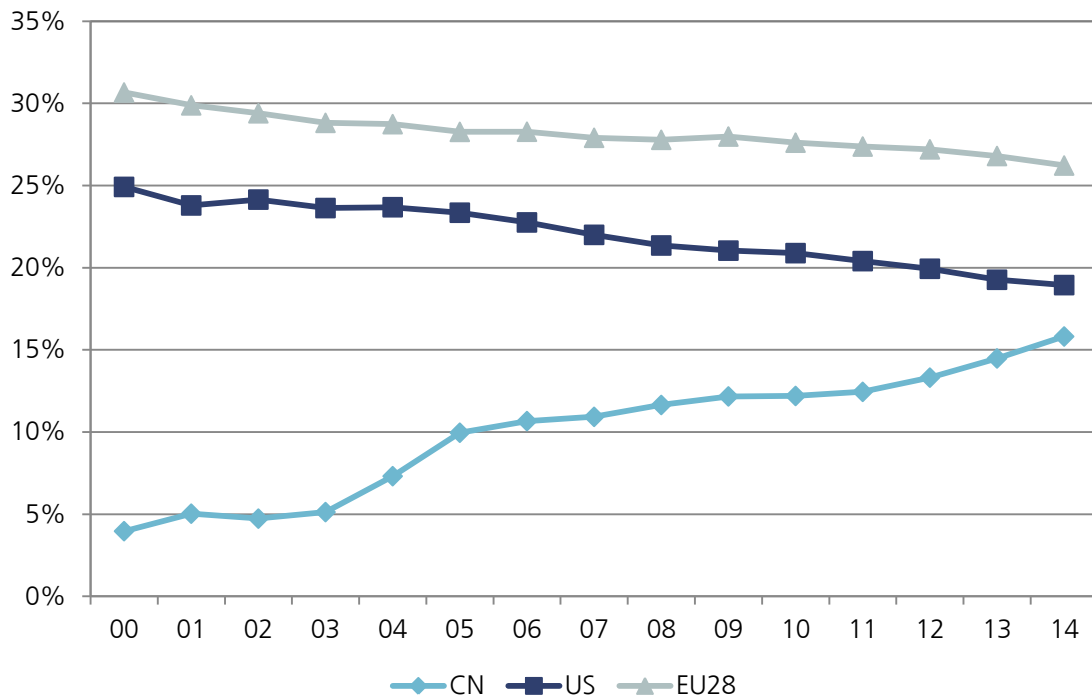
³ Ein Vergleich der in Scopus erfassten Publikationen mit der Zahl der im Science Citation Index erfassten Zahlen belegt, die im Vergleich zu den anderen untersuchten Ländern hohen Publikationszahlen Australiens. Es gehört also auch dort zu den produktivsten.

Abbildung 4: Anzahl der Veröffentlichungen pro 1 Mio. Einwohner im Jahr 2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

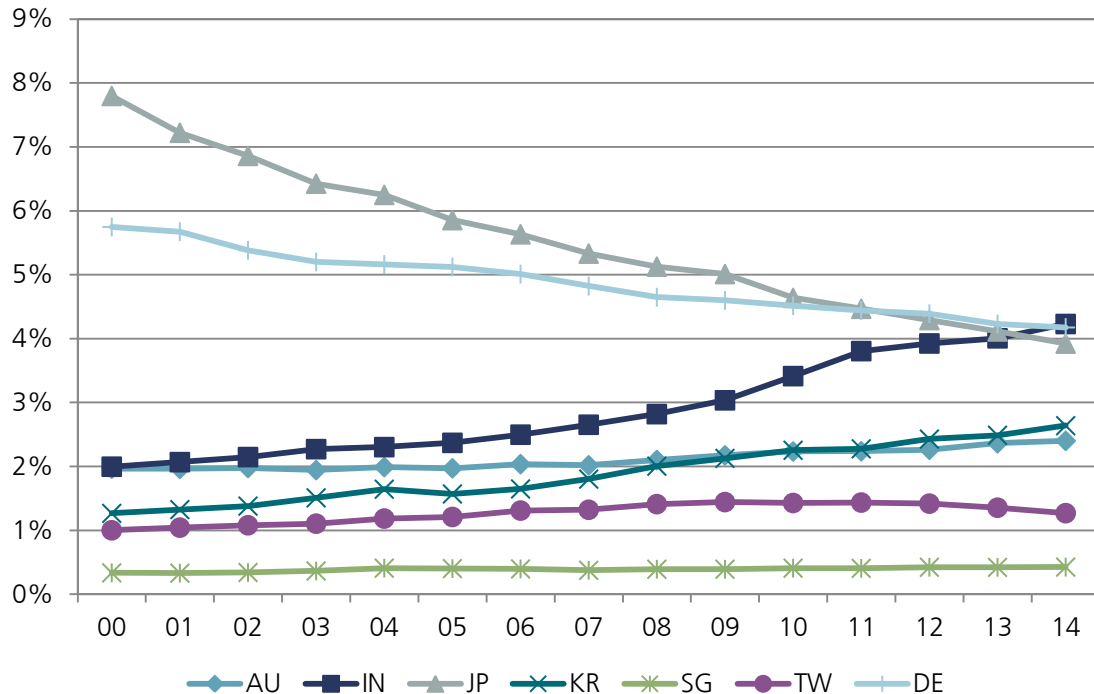
Abbildung 5: Anteile Chinas, der USA und Europas an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

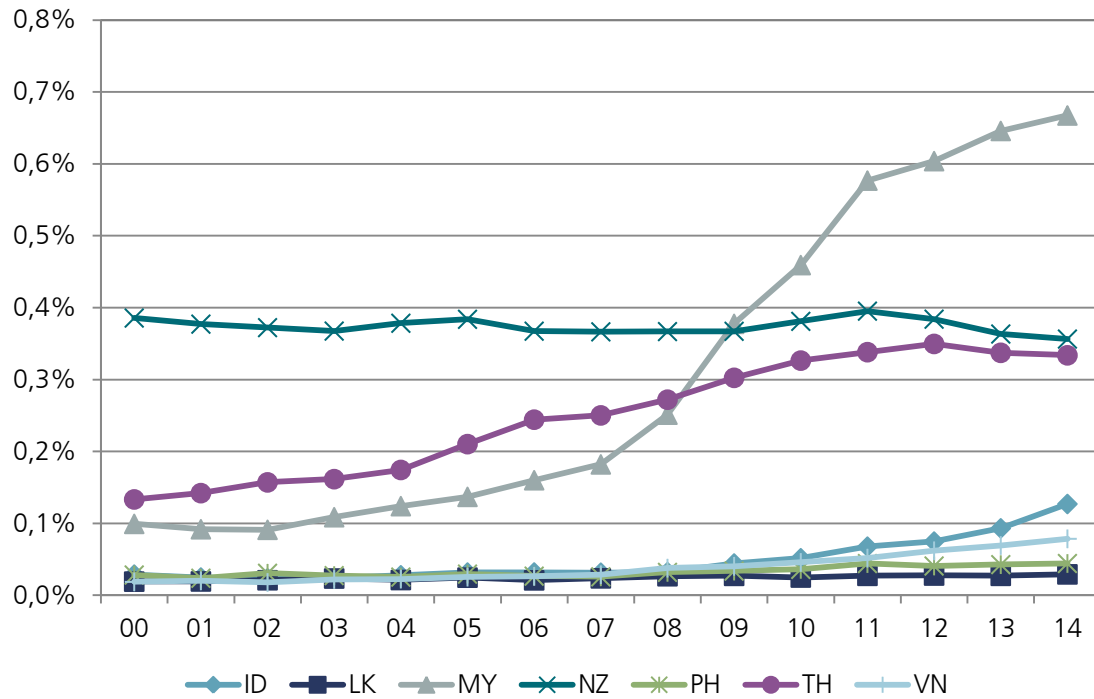
Die Anteile der untersuchten Länder an den weltweiten Veröffentlichungen, wie sie in Abbildung 5 bis Abbildung 7 dargestellt sind, belegen nochmals den jeweiligen Beitrag zur weltweiten wissenschaftlichen Diskussion. Mehr als ein Viertel aller weltweit veröffentlichten Zeitschriftenbeiträge stammt demnach aus Europa, gefolgt von den USA, die knapp 20% beitragen. An dritter Stelle rangiert China mit zuletzt 15,8% und einem weiterhin deutlich aufstrebenden Trend. Für Japan wird in Abbildung 6 sehr deutlich, was es bedeutet, das weltweite Wachstum nicht mitgehen zu können. Von knapp 8% zu Beginn des Jahrtausends haben sich die weltweiten Anteile halbiert auf unter 4% im Jahr 2014. Derzeit befindet sich Japan noch gleichauf mit Deutschland, das ebenfalls Anteile eingebüßt hat und Indien das seine Anteile ausweiten konnte. Korea und auch Australien haben einen positiven Trend zu verzeichnen, während Taiwan zuletzt etwas rückläufige Anteile hinnehmen muss. Singapur sowie die in Abbildung 7 genannten Länder tragen allesamt deutlich unterhalb einem Prozent zu den weltweiten Zeitschriftenveröffentlichungen bei. Während Singapur und Neuseeland ihre Anteile etwa halten können, steigern die anderen Länder, allen voran Malaysia, ihre relativen Beiträge im Zeitverlauf.

Abbildung 6: Anteile ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 7: Anteile kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an den weltweiten wissenschaftlichen Publikationen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

4 Die Entwicklung der Konferenzbeiträge im asiatisch-pazifischen Raum

Beiträge auf Konferenzen sind als Ausbringungsmenge des wissenschaftlichen Arbeitens und als Basis für den wissenschaftlichen Diskurs in zahlreichen angewandten Wissenschaftsfeldern von besonderer Bedeutung. Gerade in den technisch ausgerichteten Disziplinen sind sie ein wichtigeres Medium zur Kommunikation der Ergebnisse als Zeitschriftenbeiträge (Butler 2008; Lisée et al. 2008; Michels/Fu 2013; Mund et al. 2014b). In den Computerwissenschaften/Informatik sind bis zu 75-90% der Veröffentlichungen Konferenzbeiträge und entsprechend 10-25% Zeitschriftenbeiträge – je nach Land und Veröffentlichungsjahr. Auch in der Elektrotechnik finden sich hohe Anteile von 70% und mehr. Selbst im Maschinenbau, in der Optik oder im Bereich von Mess- und Regelungstechnik sind es mehr als die Hälfte der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in Konferenzbänden zu finden sind.

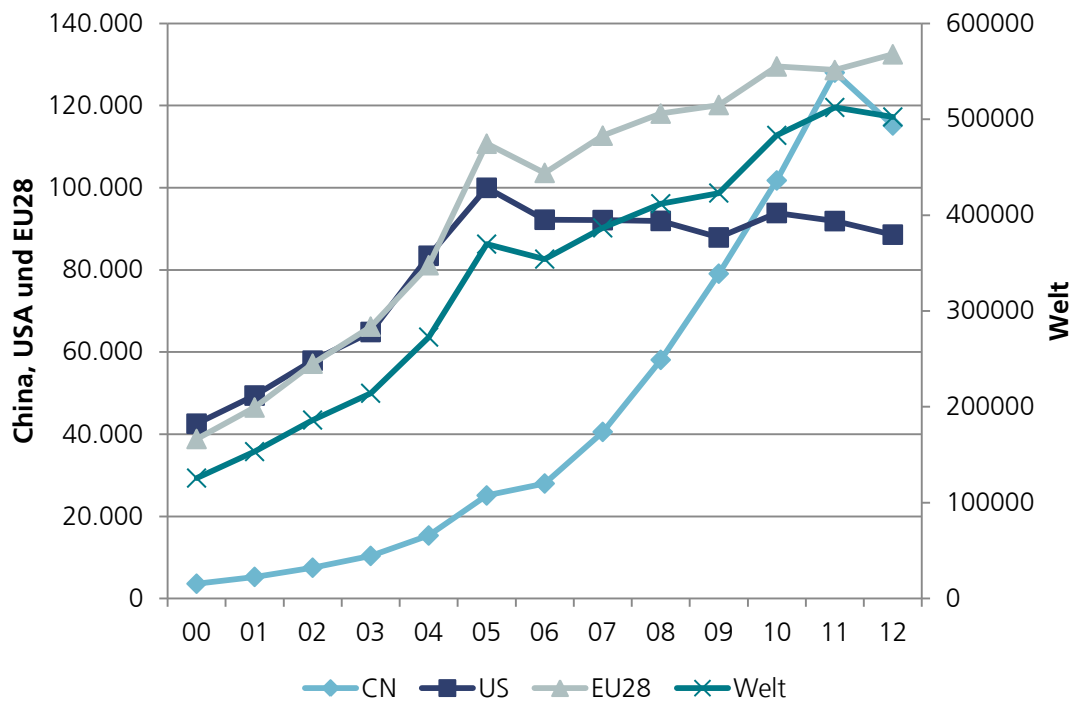
Die zur Verfügung stehenden Daten stammen ebenfalls aus Scopus. Hier werden größere internationale Konferenzen erfasst, die in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden bzw. von Verbänden wie IEEE veranstaltet werden. Microsoft Academic Search⁴ veröffentlicht eine Liste mit den wichtigsten Konferenzen in verschiedenen Disziplinen. Ein großer Teil dieser Konferenzen ist in der Datenbank erfasst. Es zeigt sich allerdings, dass die Befüllung der Datenbank mit aktuellen Daten deutlich langsamer vorstangeht als im Fall von Zeitschriftenpublikationen, was unter anderem daran liegt, dass der Zeitpunkt der Konferenz und nicht der Zeitpunkt der Veröffentlichung des Konferenzbandes erfasst wird. Mit anderen Worten, die Zeit, die es dauert, um die Proceedings einer Konferenz zu veröffentlichen, führt zu einem größeren Zeitversatz. Daher werden hier Zahlen auch nur bis zum Jahr 2012 und nicht wie in den anderen Darstellungen bis zum Jahr 2014 diskutiert.

Konferenzbeiträge werden in der Wissenschaft nicht in der gleichen Intensität wahrgenommen wie Zeitschriftenbeiträge und es bestehen auch geringere Eintrittsbarrieren. Dennoch unterliegen auch die Konferenzbeiträge über das Peer-Review-Verfahren einer Art von Qualitätskontrolle. Der gleiche Beitrag kann jedoch auf unterschiedlichen Konferenzen vorgestellt werden und anschließend in den jeweiligen Proceedings erfasst sein. Dies ist bei Zeitschriftenbeiträgen im Allgemeinen nicht der Fall, denn die Verlage lassen sich stets zusichern, dass die Papiere nicht bereits an anderer Stelle veröffentlicht wurden. Daneben ist es so, dass Konferenzbeiträge deutlich seltener zitiert werden und gleichzeitig auch deutlich seltener andere Konferenzbeiträge oder

⁴ <https://academic.microsoft.com/>; Für die Informatik findet sich bspw. hier eine Liste: <http://academic.research.microsoft.com/RankList?entitytype=3&topDomainID=2>

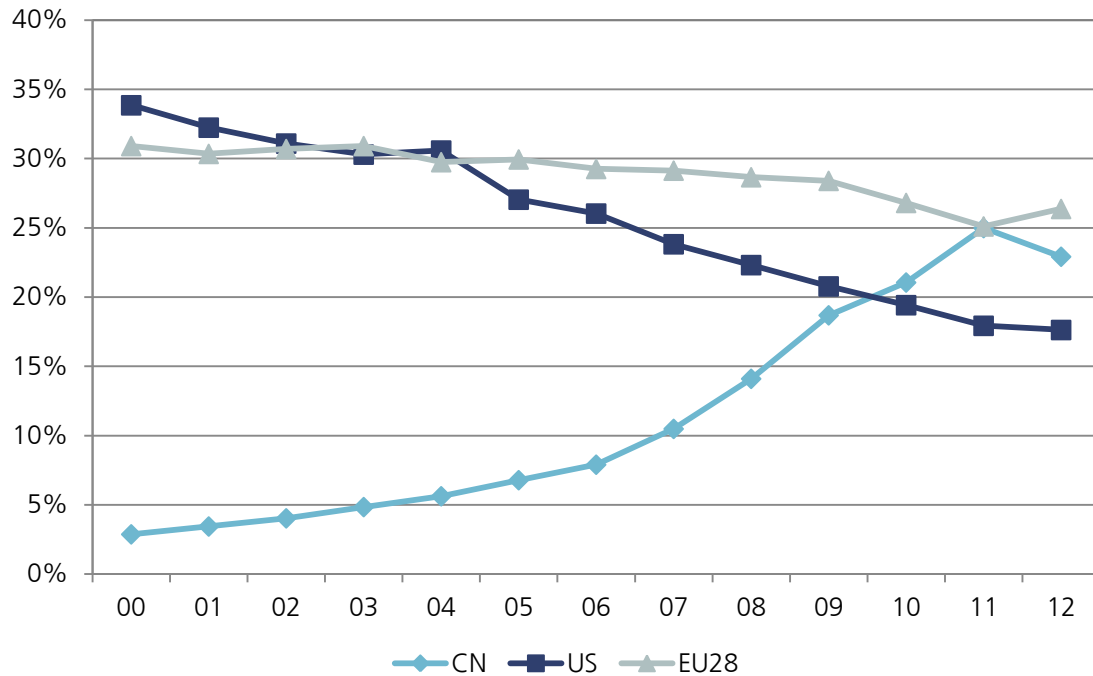
Zeitschriftenbeiträge zitieren. All dies muss bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden. Dennoch stellen Konferenzbeiträge ein komplementäres Medium zu Zeitschriften für die Kommunikation von wissenschaftlichen Ergebnissen dar. Sie spielen in den angewandten Wissenschaften eine herausgehobene Rolle, gerade in solchen Gebieten, wo wissenschaftliche Ergebnisse schnell veralten bzw. eine schnelle Kommunikation wichtig ist. Insofern würde ein wichtiger Teil des wissenschaftlichen Outputs ignoriert werden, wenn Konferenzbeiträge nicht berücksichtigt würden. Aufgrund der Unterschiedlichkeit zu den Zeitschriftenbeiträgen werden sie jedoch separat ausgewiesen und diskutiert.

Abbildung 8: Anzahl der Konferenzbeiträge Chinas, der USA und Europas



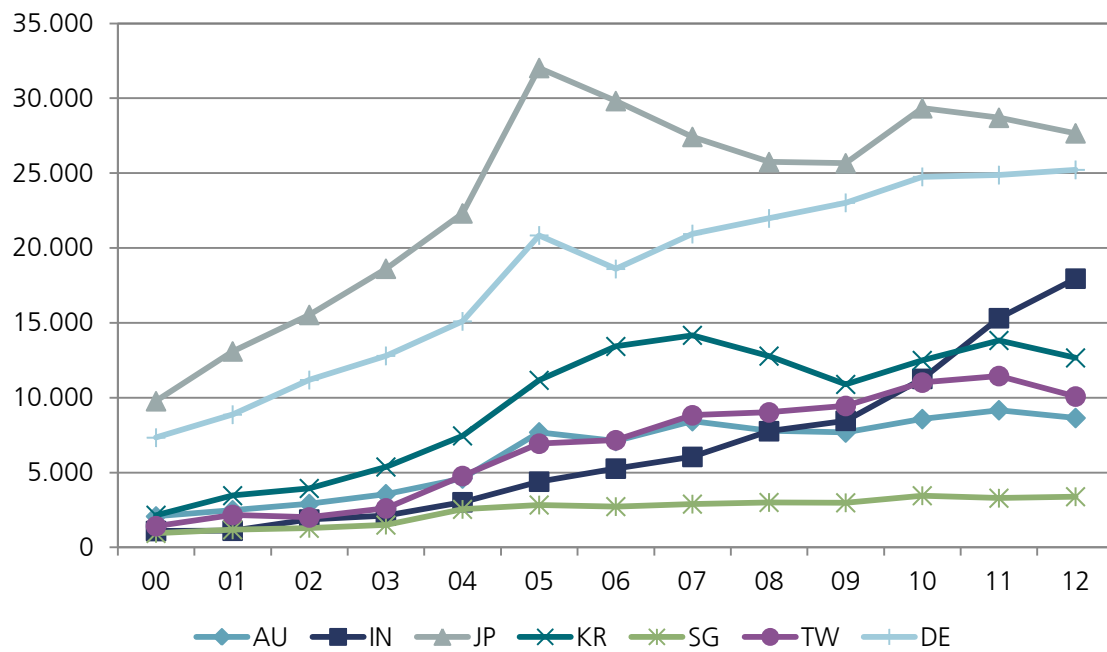
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 9: Anteile Chinas, der USA und Europas an den weltweiten Konferenzbeiträgen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 10: Anzahl der Konferenzbeiträge ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands



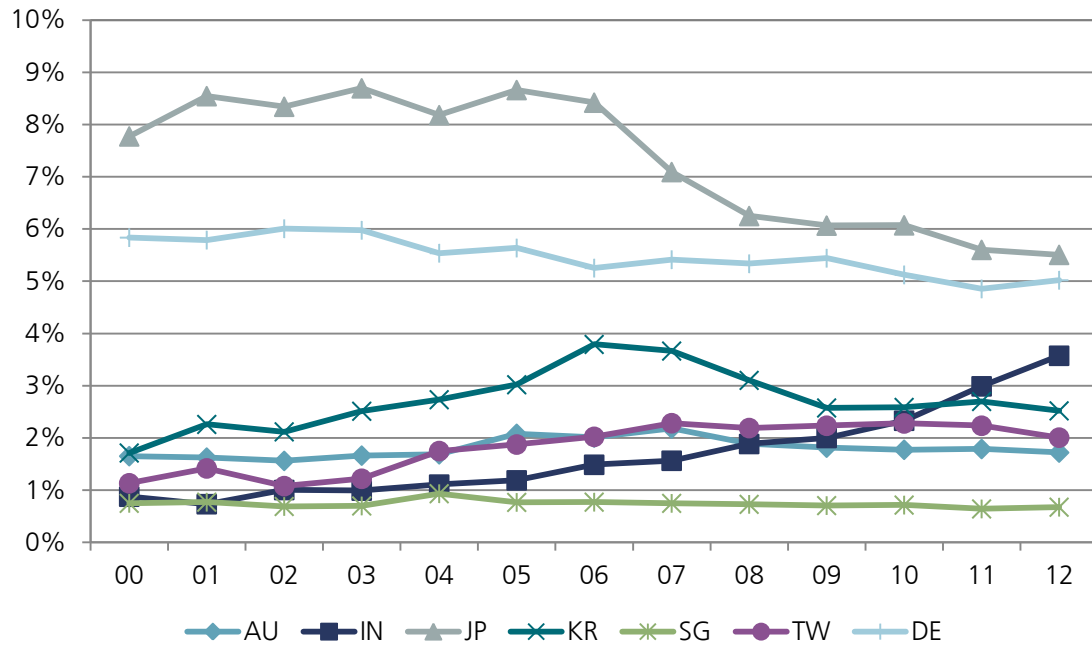
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Anzahl der in Scopus erfassten Konferenzbeiträge ist seit Beginn des neuen Jahrtausends deutlich angestiegen, was auch hier zunächst zum Teil einen aufholenden Effekt der Datenbank abbildet (siehe Abbildung 8). Ab dem Jahr 2005 kann jedoch durchaus eine Dynamik in der Nutzung von Konferenzen zur Wissenschaftskommunikation durch die Trends abgebildet werden. Im Jahr 2012 wurden etwa eine halbe Million erfasst. Auch hier stammt die Mehrheit aus Europa, jedoch dicht gefolgt bzw. auf gleichem Niveau reiht sich China noch vor den USA ein, was bezogen auf die Zeitschriftenpublikationen nicht der Fall war. Dort liegt China noch hinter den USA. Anteilig hat China entsprechend aufgeholt von unter 5% zu Beginn des Jahrtausends auf mittlerweile etwa ein Viertel der weltweiten Konferenzbeiträge (siehe Abbildung 9). Aus den USA stammen nach deutlichem Rückgang, begründet durch den Aufschwung Chinas, im Jahr 2012 nur noch knapp 18% der weltweiten Konferenzbeiträge.

Deutschland konnte seine Zahl an Konferenzbeiträgen zur Mitte des vergangenen Jahrzehnts deutlich erhöhen und erreicht nahezu ein ähnliches Niveau wie das deutlich größere Japan (siehe Abbildung 10). Korea, Taiwan und noch deutlicher auch Australien und Singapur erreichen bei Konferenzbeiträgen deutlich kleinere Dynamiken als sie es bei Zeitschriftenbeiträgen tun. Demgegenüber hat Indien seit 2009 stark zugelegt und seine Anzahl fast verdoppelt. In weltweiten Anteilen bedeutet dies für Indien 3,6%, während Japan in dieser Vergleichsgruppe mit 5,5% leicht vor Deutschland liegt (Abbildung 11). Die Anteile der übrigen Länder sind insbesondere seit 2009 recht konstant zwischen 0,7% (Singapur) und 2-2,5% im Falle von Taiwan und Korea. Australien hat mit 1,7% deutlich niedrigere Anteile als bei Zeitschriftenbeiträgen wo sie für 2,4% verantwortlich zeichnen.

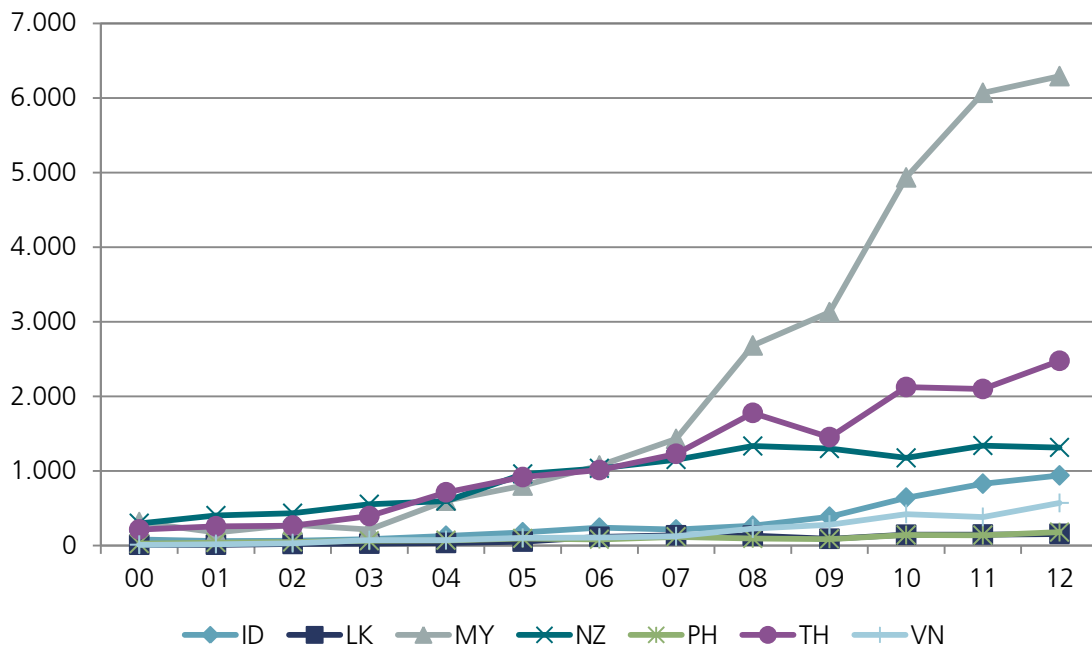
Ähnlich wie bei Zeitschriftenbeiträgen kann Malaysia auch bei den Proceedings sehr deutlich zulegen, während die anderen kleineren asiatisch-pazifischen Länder eine verhaltene Dynamik an den Tag legen – mit Ausnahme von Indonesien, das seit 2009 ebenfalls einen sichtbar positiven Trend erreicht (Abbildung 12). Entsprechend sind die Anteile an den weltweiten Konferenzbeiträgen der genannten Länder kaum oder nur leicht gestiegen. Mit Ausnahme von Malaysia liegen sie deutlich unterhalb von 0,5% (siehe Abbildung 13).

Abbildung 11: Anteile ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands an den weltweiten Konferenzbeiträgen



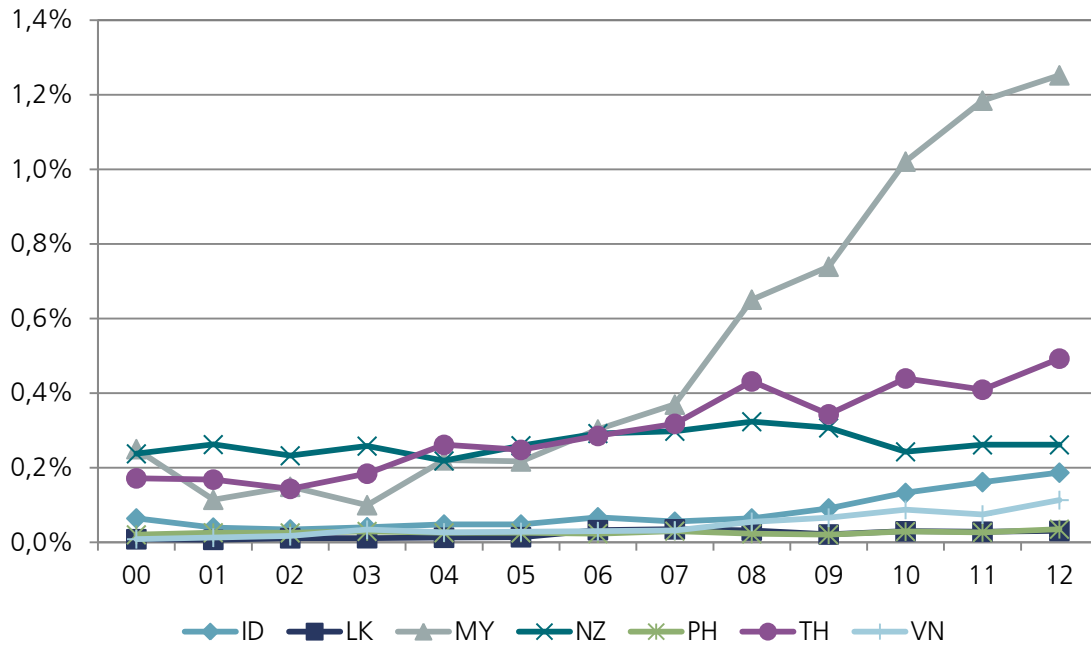
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 12: Anzahl der Konferenzbeiträge kleinerer asiatisch-pazifischer Länder



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 13: Anteile kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an den weltweiten Konferenzbeiträgen



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

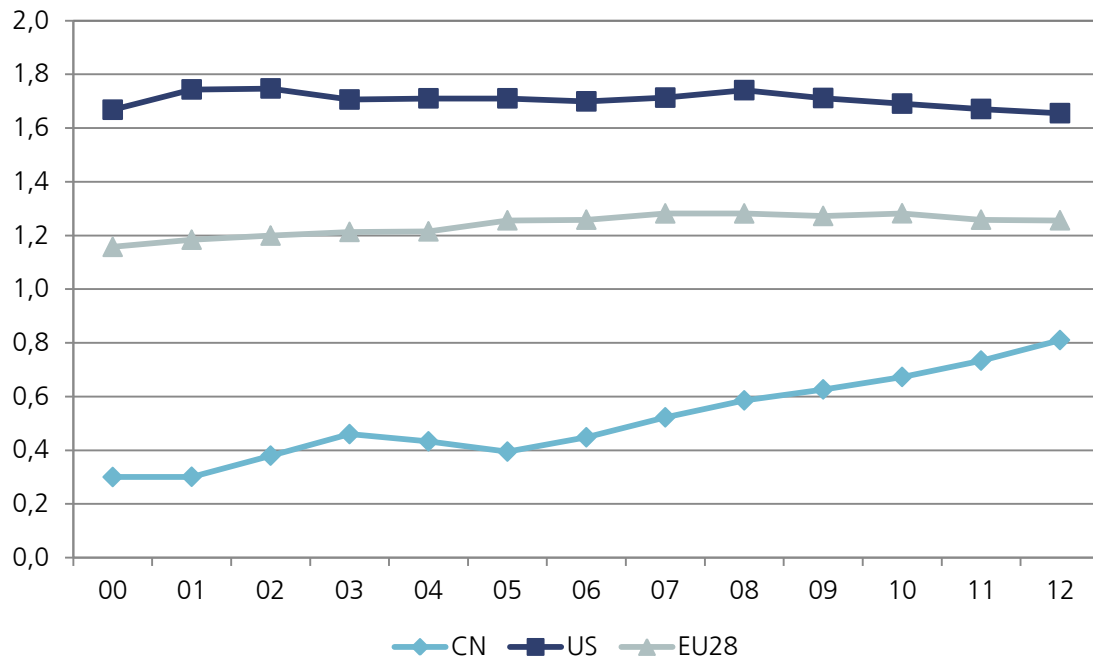
5 Qualität und Sichtbarkeit der Zeitschriftenbeiträge aus Ländern des asiatisch-pazifischen Raums

Zitierungen bilden in der Bibliometrie die wichtigste Grundlage zur Bewertung des wissenschaftlichen Outputs. Je häufiger eine Veröffentlichung zitiert wird, so die grundlegende Annahme, umso größer ist ihre Sichtbarkeit. In einer erweiterten Interpretation, die unterstellt, dass in erster Linie solche Veröffentlichungen zitiert werden, die für die eigenen wissenschaftlichen Arbeiten relevant sind und auf die man aufgebaut hat, fungieren Zitierungen als Qualitätsmaß. Da es jedoch sehr deutliche Unterschiede bei den Zitiergewohnheiten zwischen einzelnen Disziplinen gibt, werden in der Analyse solche Maßzahlen bevorzugt verwendet, die diese Unterschiede berücksichtigen. Die hier verwendete feldspezifische Zitatrate ebenso wie die (feldspezifische) Exzellenzrate tun dies. Bei der feldspezifischen Zitatrate wird die durchschnittliche Anzahl der Zitierungen eines Landes in einem Feld ins Verhältnis gesetzt zur entsprechenden Anzahl der Zitierungen in dem Feld weltweit. Anschließend wird der gewichtete Durchschnitt über alle Felder je Land errechnet. Für die Berechnung der Exzellenzrate wird zunächst bestimmt, ob eine Publikation zu den 10% am höchsten zitierten Veröffentlichungen in einem Feld gehört. Anschließend wird der Anteil entsprechend zugeordneter Veröffentlichungen an allen Veröffentlichungen eines Landes errechnet.

Allerdings verändern sich die feldspezifischen Werte nur sehr langsam und setzen sich gleichzeitig aus wenigstens zwei Komponenten zusammen, nämlich den Zitierungen der jeweiligen Zeitschrift und den spezifischen Zitierungen der Veröffentlichungen innerhalb der Zeitschrift. Um diese beiden Komponenten analytisch trennen zu können, werden zusätzlich statt der feldspezifischen Zitatrate auch die zeitschriftenspezifische Zitatrate und die Internationale Ausrichtung – dies ist die durchschnittliche Zitatrate der Zeitschrift, in der veröffentlicht wird – ausgewiesen.

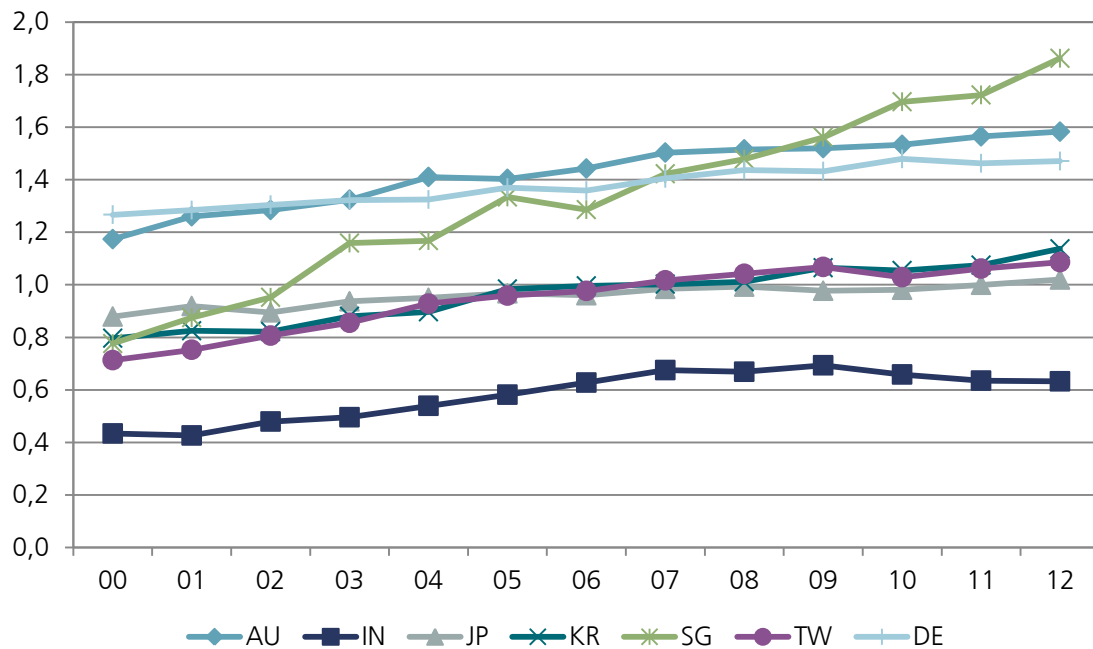
Abbildung 14 zeigt zunächst die feldspezifische Zitatrate für China, die USA und Europa. Die USA zeigen im Zeitverlauf kaum eine Veränderung, wengleich seit 2008 ein leicht ansteigender Trend zu bemerken ist. Europa erreicht mit einem Wert von ca. 1,3 konstant ein überdurchschnittliches Niveau (der Durchschnitt bei diesem Indikator liegt bei 1). China hingegen ist auch bei den Zitatraten und nicht nur bei den absoluten Zahlen dynamisch. Im Vergleich zum Jahr 2005 hat sich die Zitatrate verdoppelt, bleibt aber weiterhin unter dem weltweiten Durchschnittswert von 1.

Abbildung 14: Feldspezifische Zittrate Chinas, der USA und Europas



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 15: Feldspezifische Zittrate ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

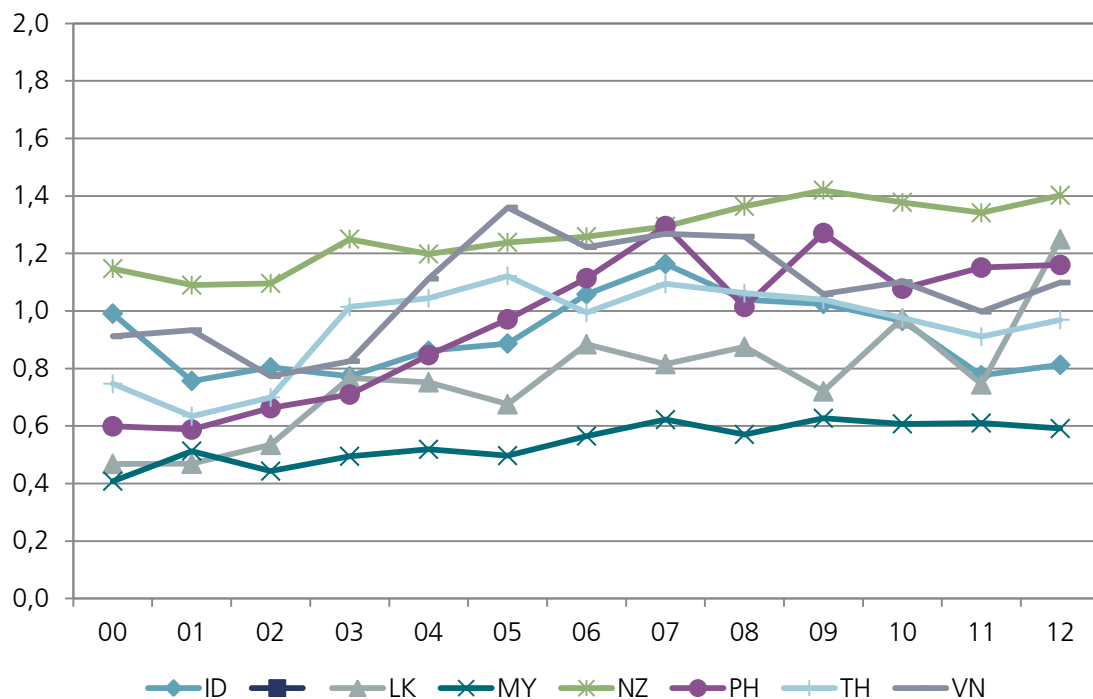
Abbildung 15 stellt die entsprechenden Werte für die größeren asiatisch-pazifischen Länder sowie Deutschland dar. Der deutsche Wert liegt auf zuletzt konstantem Niveau von knapp 1,5 Indexpunkten. Im Durchschnitt erhalten deutsche Veröffentlichungen also 50% mehr Zitierungen als der jeweilige Durchschnitt im Feld. Dies ist ein Wert oberhalb des weltweiten Durchschnitts und auch oberhalb des entsprechenden EU-Durchschnitts, wenngleich deutlich hinter dem Wert der USA (1,8). Australien kann bei einem leicht steigenden Trend einen Indexwert von 1,6 Punkten verbuchen. Eine beeindruckende Entwicklung zeigt sich im Falle von Singapur, das es von einem unterdurchschnittlichen Wert zu Beginn des neuen Jahrtausends zu einem Spitzenwert im Jahr 2012 gebracht hat. Damit liegt der Stadtstaat sogar noch vor den USA. Japan, Korea und Taiwan erreichen zuletzt Werte leicht oberhalb des weltweiten Durchschnitts, nachdem sie gerade in den letzten drei Beobachtungsjahren nochmals etwas zulegen konnten. Demgegenüber bleibt Indien deutlich unterhalb des Durchschnitts und erreicht mit einem zuletzt sinkenden Trend lediglich einen Wert von gut 0,6 Indexpunkten. Anders als in China gelingt es Indien also nicht parallel zu den steigenden absoluten Zahlen auch die Qualität und Sichtbarkeit seiner wissenschaftlichen Veröffentlichungen anzuheben.

Unter den kleineren asiatisch-pazifischen Ländern liegt das englischsprachige Neuseeland mit 1,4 Punkten – dies bedeutet im Durchschnitt 40% mehr Zitierungen als der jeweilige weltweite Durchschnitt im Feld – an der Spitze (Abbildung 16). Die Philippinen, Vietnam und zuletzt auch Sri Lanka erreichen ebenfalls Werte leicht oberhalb des weltweiten Durchschnitts, während Thailand, Indonesien und Malaysia deutlich unterdurchschnittliche Werte erreichen. Was für Indien gilt, gilt auch für das auf konstant niedrigem Niveau verharrende Malaysia: Es gelingt nicht, parallel zum massiven Aufwuchs der absoluten Zahlen an wissenschaftlichen Veröffentlichungen auch die Qualität und Sichtbarkeit entsprechend zu erhöhen. Man könnte es aber andererseits auch positiv formulieren: Trotz der enormen Ausweitung der Publikationszahlen geht die Qualität nicht zurück.

In Abbildung 17 sind die zeitschriftenspezifische Beachtung und die Internationale Ausrichtung zu drei Zeitpunkten für die untersuchten Länder abgetragen. Während sich für die etablierten Wissenschaftsnationen wie die USA, Deutschland oder Australien nur geringfügige Veränderungen ergeben, ändern sich die Werte insbesondere für die asiatischen Aufholländer deutlich. Allen voran kann China von einem sehr niedrigen Niveau mit niedriger zeitschriftenspezifischer Beachtung und unterdurchschnittlicher internationaler Ausrichtung einen deutlichen Sprung nach vorne machen und erreicht mittlerweile eine internationale Ausrichtung oberhalb des Weltdurchschnitts, wobei die zeitschriftenspezifische Beachtung nach wie vor leicht unterdurchschnittlich bleibt. Chinesischen Autorinnen und Autoren gelingt es damit immer mehr, sich in international

sichtbareren Zeitschriften zu platzieren, wenngleich dort die Zitatraten noch etwas unter dem jeweiligen Durchschnitt bleiben, aber ebenfalls einen positiven Trend aufweisen. Auch Malaysia kann seine internationale Ausrichtung über den Durchschnitt heben, bleibt allerdings weiterhin deutlich unter dem Weltdurchschnitt bei der Beachtung. Für die kleineren Länder im asiatischen Raum, nämlich Sri Lanka, die Philippinen, Vietnam und auch Indonesien, ist der Entwicklungstrend eher negativ bzw. sehr sprunghaft, was unterstreicht, dass in der Breite die Wissenschaftssysteme noch nicht auf Weltniveau angekommen sind bzw. die Länder noch keine ausgeprägte Ausrichtung auf Wissenschaft vorweisen können.

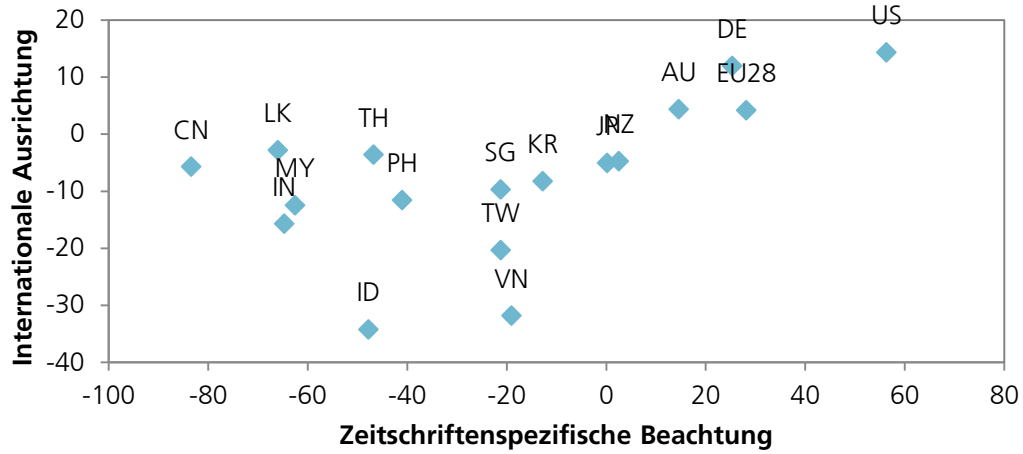
Abbildung 16: Feldspezifische Zitatraten kleinerer asiatisch-pazifischer Länder



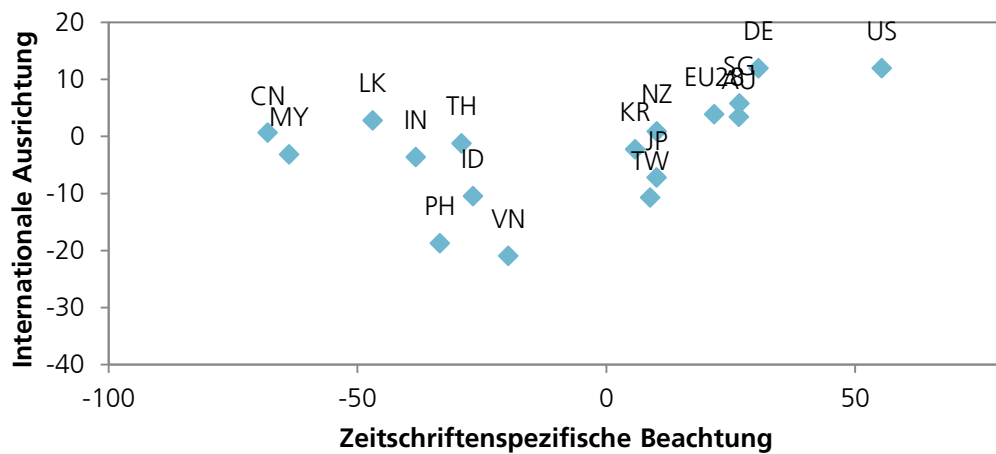
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 17: Zeitschriftenspezifische Beachtung und Internationale Ausrichtung zu drei Zeitpunkten

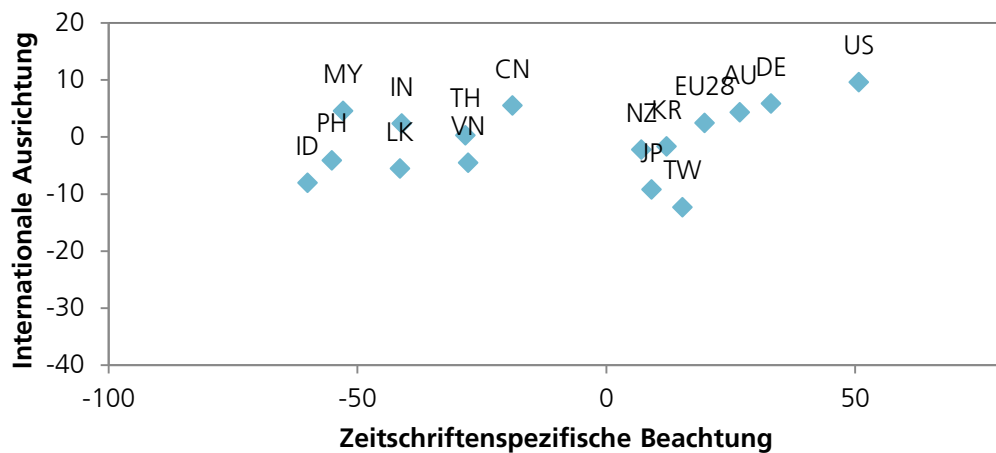
2000



2006



2012



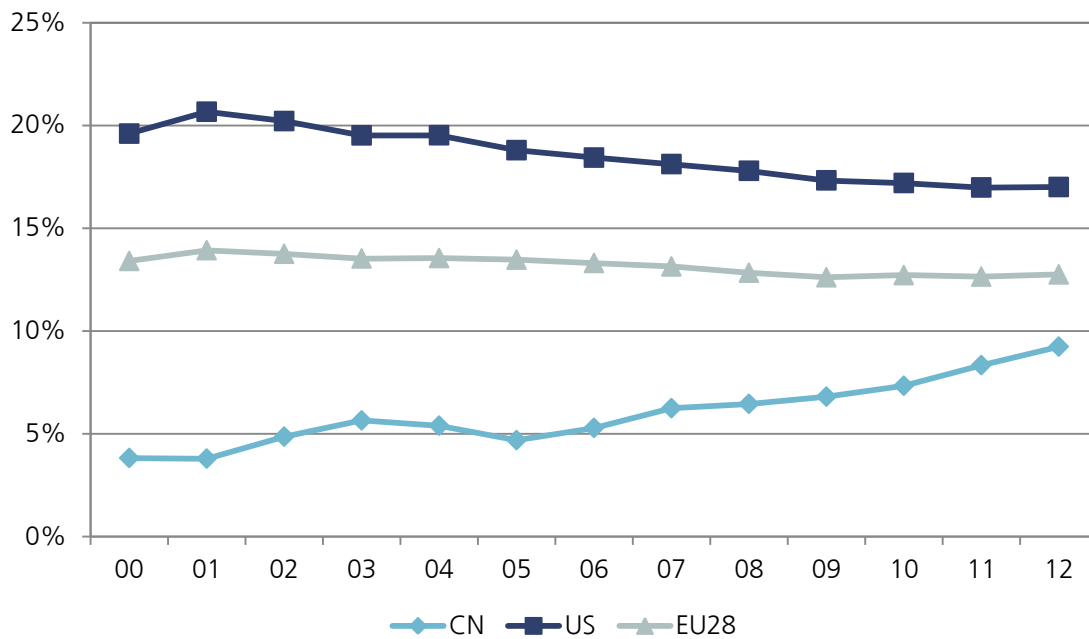
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Noch deutlicher wird dies in Abbildung 20, wo die Exzellenzrate der kleineren asiatisch-pazifischen Länder abgetragen ist. Die Exzellenzrate bildet die besonders hoch zitierten Veröffentlichungen ab und belegt damit nicht nur die Qualität der Forschungssysteme in der Breite, sondern mit Blick auf die weltweite Spitze. Zwar kann auch hier für Malaysia ein positiver Trend identifiziert werden, mit zuletzt 6% bleibt das Land aber weiterhin deutlich hinter dem Erwartungswert von 10% zurück. Ähnliches gilt für Sri Lanka, Thailand und auch Indonesien mit zuletzt 7-8%. Vietnam und die Philippinen operieren deutlich näher am Durchschnitt und übersteigen diesen auch in manchen Jahren. Das Auf und Ab belegt die noch unbeständige Forschungsqualität in diesen Ländern. Einzig Neuseeland kann in dieser Gruppe durch Beständigkeit und ein deutlich überdurchschnittliches Niveau überzeugen.

Vergleicht man die entsprechenden Werte für China, die USA und die EU-28-Länder, dann zeigen sich einmal mehr die bereits bekannten Trends (Abbildung 18). China legt über die Zeit deutlich zu und zwar von einem Niveau von unter 5% – also deutlich unterdurchschnittlich – auf zuletzt 9,2%, also nur noch leicht unterhalb des weltweiten Durchschnitts. Die USA büßen auch hier Werte ein von über 20% auf zuletzt etwa 17%. Etwas weniger deutlich, aber auch auf niedrigem Niveau, gehen auch die Werte der EU-28 in längerer Perspektive leicht zurück bzw. stabilisieren sich seit etwa 2009.

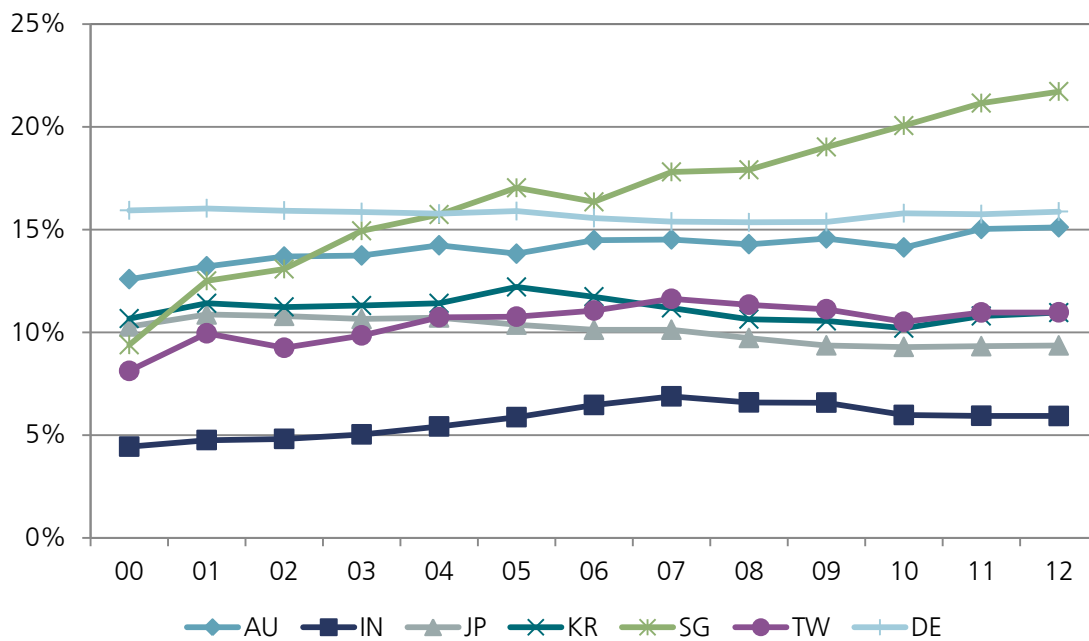
Der Vergleich der größeren Wissenschaftsnationen im asiatisch-pazifischen Raum mit Deutschland (Abbildung 19) zeigt im Wesentlichen drei Dinge. Erstens ist und bleibt Indien trotz deutlicher Ausweitung der absoluten Publikationszahlen deutlich unterhalb des Erwartungswerts von 10%. Zweitens nimmt Singapur eine höchst bemerkenswerte Entwicklung und erreicht ein sehr hohes Niveau, was auch gleichzeitig einen weltweiten Spitzenwert darstellt, den selbst Länder wie die Schweiz, Dänemark oder die USA nicht erreichen. Drittens schließlich verändern sich die Länder Deutschland, Australien, Taiwan kaum und Korea und Japan folgen einem leicht sinkenden Trend. Während Deutschland und Australien deutlich oberhalb des Erwartungswerts liegen, agieren Taiwan und Korea leicht oberhalb und Japan mittlerweile unterhalb des Werts.

Abbildung 18: Exzellenzrate Chinas, der USA und Europas



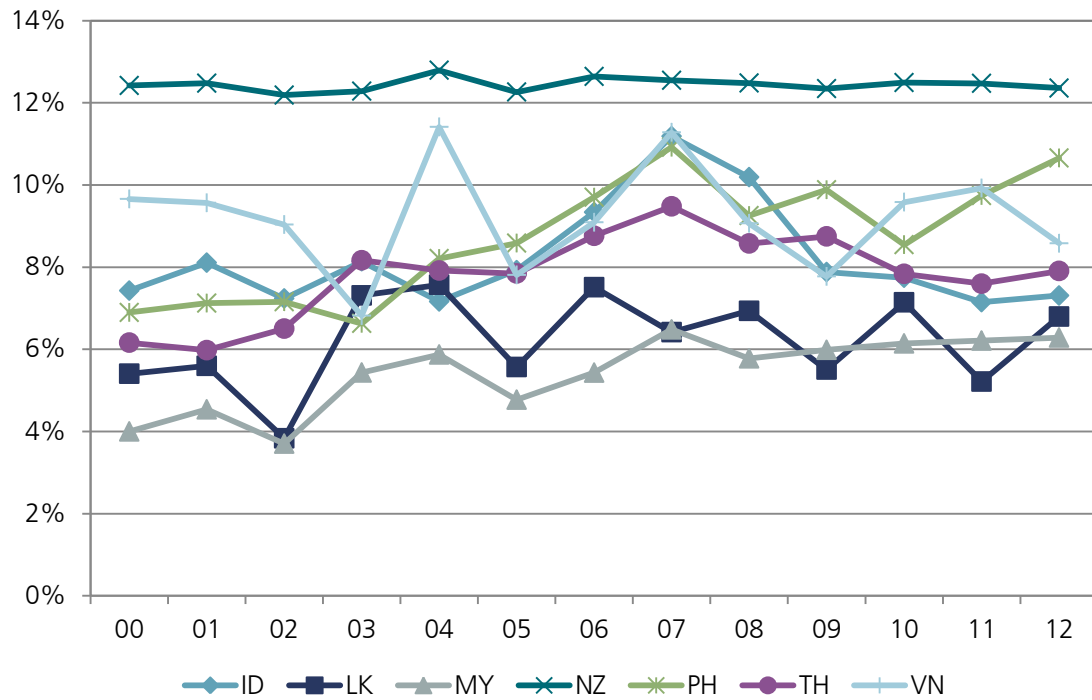
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 19: Exzellenzrate ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder und Deutschlands



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 20: Exzellenzrate kleinerer asiatisch-pazifischer Länder



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

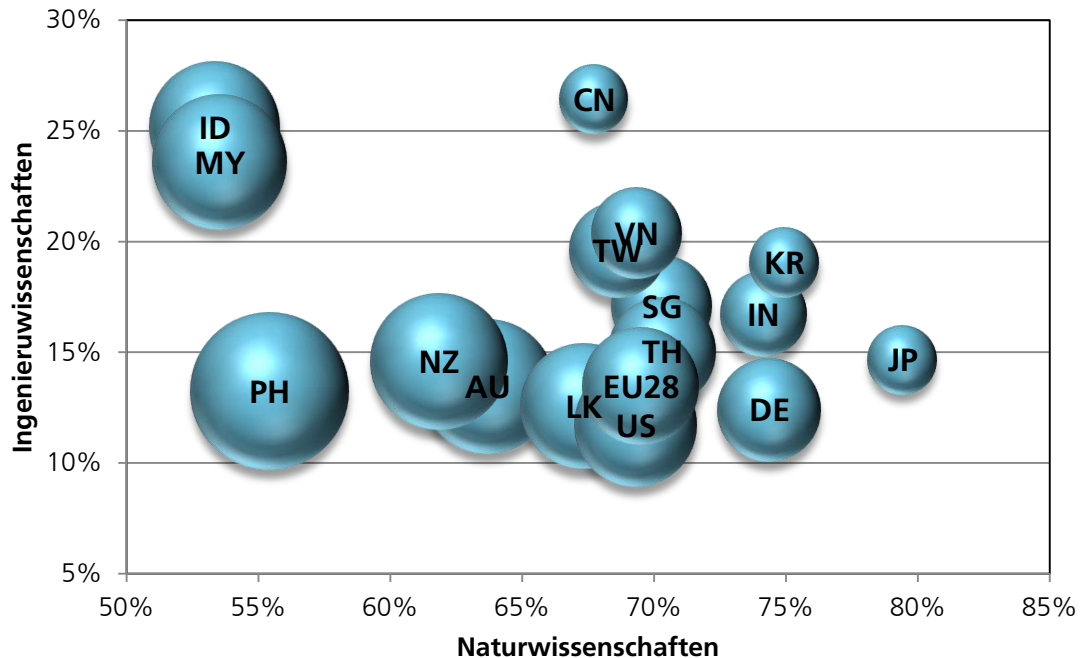
6 Profile

Wissenschaftliche Felder und Disziplinen unterscheiden sich sehr deutlich in ihrem Publikationsverhalten, weshalb die Profile der Länder zum Teil auch die Unterschiede in den Gesamtkennzahlen mit erklären können. Insofern ist es von besonderer Bedeutung, nicht nur die Gesamtentwicklung zu betrachten, sondern auch die thematischen Schwerpunkte innerhalb der Länder und diese zu vergleichen. Neben der reinen Publikationsintensität unterscheiden sich die wissenschaftlichen Felder auch in ihrer Kooperationsneigung und in ihrem Zitierverhalten. Während die auf den Zitierungen basierenden Indikatoren zwar Feldunterschiede berücksichtigen, ist dies im Fall der Intensitäten der Kooperationsneigung nicht unmittelbar möglich. Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Profile der Länder analysiert und vergleichend nebeneinandergestellt. An verschiedenen Stellen wird auch auf die Entwicklung über die Zeit eingegangen.

6.1 Profile der Länder

In Abbildung 21 sind zunächst die Anteile von Natur- und Ingenieurwissenschaften in den einzelnen Ländern abgebildet. Hinzu kommen die Anteile in den sonstigen Wissenschaften, die durch die Größe der Kugel repräsentiert sind. Es zeigt sich zunächst, dass Indonesien, Malaysia, die Philippinen sowie Sri Lanka und die englischsprachigen Länder Neuseeland und Australien hohe Anteile bei den sonstigen Wissenschaften (Geistes- und Sozialwissenschaften) erreichen. In den meisten Ländern werden wissenschaftliche Ergebnisse in den Geistes- und Sozialwissenschaften überwiegend in der Landessprache abgefasst, weshalb englischsprachige Länder hier einen deutlich größeren Vorteil haben. Die Erklärung für Indonesien, Malaysia und die Philippinen, sowie auch Sri Lanka ist aber wohl eher, dass sie in den anderen Bereichen keine oder noch keine besonderen Stärken im internationalen Vergleich ausgebildet haben. Während Indonesien, Malaysia und auch China sehr hohe Anteile an Ingenieurwissenschaften erreichen, liegen die Werte bei den Naturwissenschaften auf den Philippinen auf einem ähnlichen Niveau wie beispielsweise in Deutschland, den USA oder auch Neuseeland und Australien. Interessant ist es festzustellen, dass Japan, Korea und Indien sehr hohe Anteile unter den Naturwissenschaften haben, ähnlich wie auch Deutschland. Zwar haben auch Länder wie Vietnam, Singapur, Thailand, Taiwan und selbst China ähnlich hohe Anteile an naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen von etwa 70% wie auch die EU-28 oder die USA. Sie liegen damit aber offensichtlich auf einem Niveau, das dem weltweiten Durchschnitt entspricht, wovon Deutschland und die anderen Länder etwas nach oben abweichen, so wie die aufholenden asiatischen Länder nach unten abweichen.

Abbildung 21: Anteile von Natur- (x-Achse), Ingenieur- (y-Achse) und sonstige Wissenschaften* (Größe der Kugeln), 2012-2014



* Diese umfassen die Geistes- und Sozialwissenschaften sowie die Felder Multidisziplinär und Sonstige.

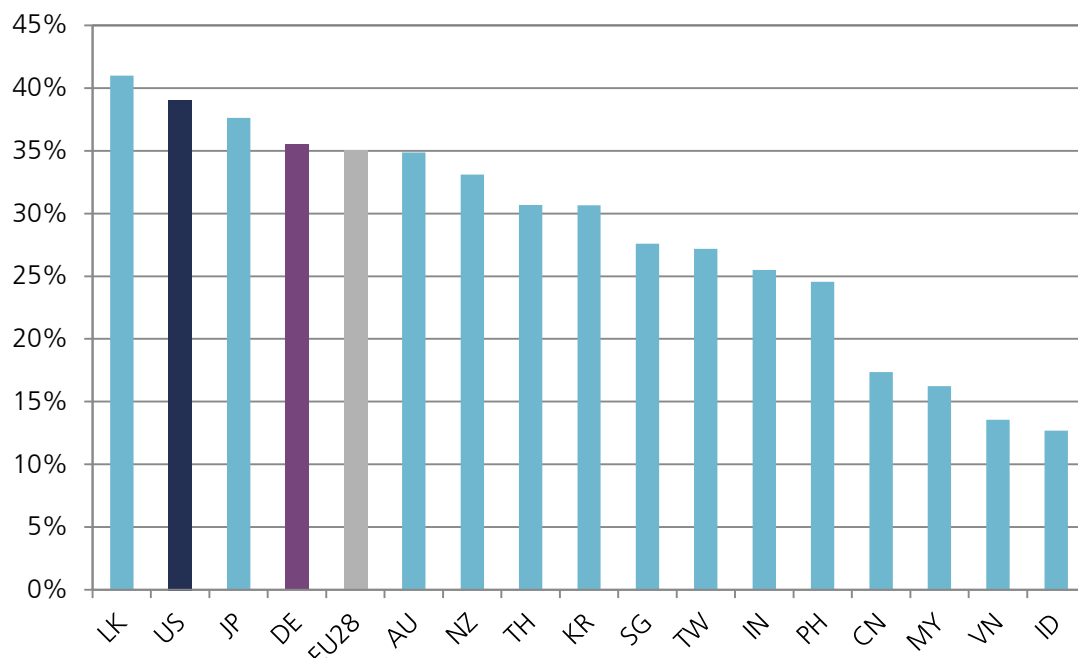
Lesehilfe: Abgetragen sind auf der x-Achse die Anteile der naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen und auf der y-Achse die Anteile der ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen der Länder. Die Größe der Kugeln spiegelt den Anteil der sonstigen Wissenschaften wider. Länder oben links sind besonders aktiv in den Ingenieur- und weniger stark in den Naturwissenschaften. Für Länder unten rechts ist das Verhältnis entsprechend umgekehrt, wobei die Naturwissenschaften in allen Ländern grundsätzlich einen höheren Anteil einnehmen als die Ingenieurwissenschaften. Für das Beispiel der Philippinen (PH) lässt sich sagen, dass sie vergleichsweise niedrige Anteile sowohl in Ingenieur- wie auch Naturwissenschaften aufweisen und stattdessen hohe Anteile in den sonstigen Wissenschaften. China (CN) lässt sich charakterisieren als Land mit besonders ausgeprägtem Fokus auf Ingenieurwissenschaften und besonders geringen Anteilen an sonstigen Wissenschaften. Auch Japan hat geringe Anteile bei den sonstigen Wissenschaften, ebenso auch wie bei ingenieurwissenschaftlichen Veröffentlichungen, während es ein deutliches Gewicht bei Naturwissenschaften aufweist.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Naturwissenschaften haben alleine deswegen so hohes Gewicht, weil die Medizin als größtes einzelnes Feld hier sehr deutlich zu Buche schlägt. Abbildung 22 belegt, dass vor allem entwickelte Länder – oder besser gesagt entwickelte westliche Länder – etwa ein Drittel ihrer wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Bereich Medizin vornehmen. Sri Lanka weicht von diesem Muster sehr deutlich ab und erreicht Anteile von mehr als 40%, obwohl es noch eine aufholende Wissenschaftsnation ist. China, Malaysia, Vietnam und Indonesien haben hingegen Anteile von 13-17%, also eine deutlich geringere Ausrichtung auf (westliche) Medizin.

In Tabelle 2 sind die Anteile über alle 26 Felder in einer Heatmap abgetragen. Die Medizin ist in den meisten Ländern tief rot eingefärbt und nur in den vier genannten Ländern orange. Recht ähnliche Schwerpunkte finden sich auch in der Biotechnologie, wo Japan und die USA sowie auch Deutschland, Indien und Korea etwas höhere Anteile haben als die anderen Länder. Ansonsten verteilen sich die Schwerpunkte unterschiedlich auf die naturwissenschaftlichen Felder. So haben beispielsweise Indonesien, Neuseeland, die Philippinen oder auch Vietnam recht hohe Anteile auch in Biologie. Die Grundstoffchemie variiert zwischen den Ländern etwas stärker, während die organische Chemie in allen Ländern zwischen 1,6 und 0,5% aller Veröffentlichungen einnimmt. Im Bereich der Ingenieurwissenschaften finden sich in allen Ländern Anteile zwischen 0,3% und 1,8% (Korea) in der Medizintechnik. Auch der Maschinenbau selbst weist nur geringe Unterschiede zwischen 4,2% (China) und 1,7% (USA) auf. Demgegenüber sind die Unterschiede in den speziellen Ingenieurwissenschaften mit Werten zwischen 9,9% (China) und 1,8% (Sri Lanka) deutlich größer. Die Unterschiede in den sonstigen Wissenschaftsfeldern erklären sich durch die Differenzen bei den anderen Sozialwissenschaften wo beispielsweise die Philippinen 14% ihrer Veröffentlichungen verorten, wohingegen Japan und Korea gerade einmal 2,1% erreichen.

Abbildung 22: Anteile der Medizin in den Wissenschaftsprofilen der Länder, 2012-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Besser als bei den reinen Anteilen der Felder lassen sich die Profile anhand von sogenannten Spezialisierungsmaßen vergleichen. Hierzu wird der Anteil eines Feldes in einem Land in Relation gesetzt zum Anteil des Feldes der Welt. Nach geeigneter Transformation zeigen Werte oberhalb Null Schwerpunkte eines Feldes in einem Land an, während Werte unterhalb Null entsprechend eine unterdurchschnittliche Bedeutung eines Feldes im Wissenschaftsprofil eines Landes abbilden.

Tabelle 2: Anteile der einzelnen Felder an den wissenschaftlichen Publikationen im asiatisch-pazifischen Raum, 2010-2014

Zahlen in%	AU	CN	ID	IN	JP	KR	LK	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	VN	US	EU28	DE
Grundstoffchemie	2,4	6,3	4,6	5,8	4,6	5,2	2,0	3,9	1,9	1,9	5,5	3,3	4,3	4,0	2,3	3,3	4,1
Biologie	3,2	1,4	4,9	3,0	2,4	2,1	4,5	2,1	5,0	7,0	1,0	3,9	1,3	5,5	2,1	2,3	2,1
Biotechnologie	6,5	6,2	4,5	7,8	9,2	7,7	5,5	5,2	5,9	5,1	6,8	7,1	6,6	4,5	8,4	7,1	8,1
Verfahrenstechnik	1,1	3,7	2,1	2,9	2,1	2,9	1,0	3,0	0,9	1,1	3,1	2,3	2,1	1,8	1,2	1,6	1,8
Organ. Chemie	0,9	1,1	0,5	1,6	1,5	1,2	0,6	0,8	0,8	0,4	1,1	1,2	1,1	1,4	0,8	1,1	1,4
Pharmazie	1,6	2,2	5,2	8,0	2,3	1,9	2,6	2,1	2,2	1,9	1,2	2,9	1,5	1,6	2,1	1,8	2,0
Medizin	34,9	17,4	12,7	25,5	37,6	30,6	41,0	16,2	33,1	24,6	27,6	30,7	27,2	13,6	39,0	35,0	35,5
Materialwiss.	2,0	6,9	1,9	4,8	4,4	6,8	1,8	4,6	1,4	1,3	6,4	3,9	5,5	5,5	2,0	2,8	3,5
Polymere	0,2	0,9	0,2	0,5	0,5	0,6	0,2	0,7	0,2	0,1	0,5	0,7	0,5	0,3	0,2	0,3	0,4
Mathematik	2,2	4,6	6,8	3,6	3,0	3,3	1,2	3,8	2,2	5,1	3,1	6,6	3,9	16,7	2,8	3,8	3,8
Geowiss.	3,8	3,8	2,9	2,1	1,8	1,3	2,9	2,0	4,6	3,3	1,3	1,8	1,9	3,0	2,6	3,1	2,9
Physik	2,8	8,1	2,1	5,8	7,8	7,1	2,5	3,6	1,8	1,9	7,8	3,4	6,6	6,8	4,0	5,0	6,8
Informatik	2,1	5,1	5,0	2,8	2,2	4,2	1,5	5,6	1,9	1,7	4,9	2,4	6,3	4,7	2,0	2,4	2,0
Ökologie, Klima	5,2	3,2	5,5	3,6	2,5	2,3	4,7	4,1	6,9	6,9	2,3	3,4	2,8	5,1	3,8	3,8	3,4
Elektrotechnik	1,0	4,7	3,4	1,9	2,7	4,1	0,9	2,8	0,8	0,3	4,2	1,6	4,5	3,1	1,1	1,5	1,1
Lebensmittel	0,7	0,9	3,3	0,9	0,6	1,4	1,6	2,0	1,6	0,9	0,3	2,1	0,6	1,2	0,5	0,8	0,6
Messen, Regeln	0,6	2,4	0,7	1,0	0,8	1,2	0,2	1,0	0,4	0,2	1,3	0,9	1,6	1,4	0,5	0,8	0,8
Maschinenbau	2,3	4,2	2,7	2,4	2,0	2,2	2,9	3,2	2,1	2,3	2,7	2,5	2,5	2,6	1,7	2,0	1,9
Medizintechnik	0,9	0,8	0,3	1,0	1,7	1,8	0,2	0,5	0,6	0,3	1,3	0,6	1,2	0,5	1,3	1,2	1,4
Nukleartechnik	0,1	0,3	0,2	0,2	0,3	0,5	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Spez. Ing.-Wiss.	2,7	9,9	9,0	5,7	4,1	5,7	1,8	9,7	2,1	2,2	4,8	3,8	6,2	6,3	2,5	3,2	3,0
Multidisziplinär	0,2	1,1	4,0	1,5	0,4	0,7	6,1	6,7	0,2	0,4	0,4	3,6	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2
Andere Felder	2,4	2,1	4,2	3,1	1,6	1,1	3,7	2,9	3,2	5,9	1,1	3,5	1,6	2,9	1,8	2,2	2,0
Geisteswiss.	3,4	0,3	2,2	0,4	0,6	0,7	1,1	2,0	3,5	5,2	1,7	0,9	1,0	0,8	3,5	3,5	2,2
Wirtschaftswiss.	4,4	1,1	5,0	1,8	1,2	1,3	3,4	5,2	4,8	5,7	3,1	2,6	4,3	3,0	3,1	3,2	2,9
And. Soz.-Wiss.	12,4	1,2	6,1	2,3	2,1	2,1	5,8	6,1	11,8	14,0	6,3	4,1	4,5	3,3	10,2	7,8	5,9

Erläuterungen: Anteile der Publikationen der einzelnen Felder an den Gesamtpublikationen der einzelnen Länder.

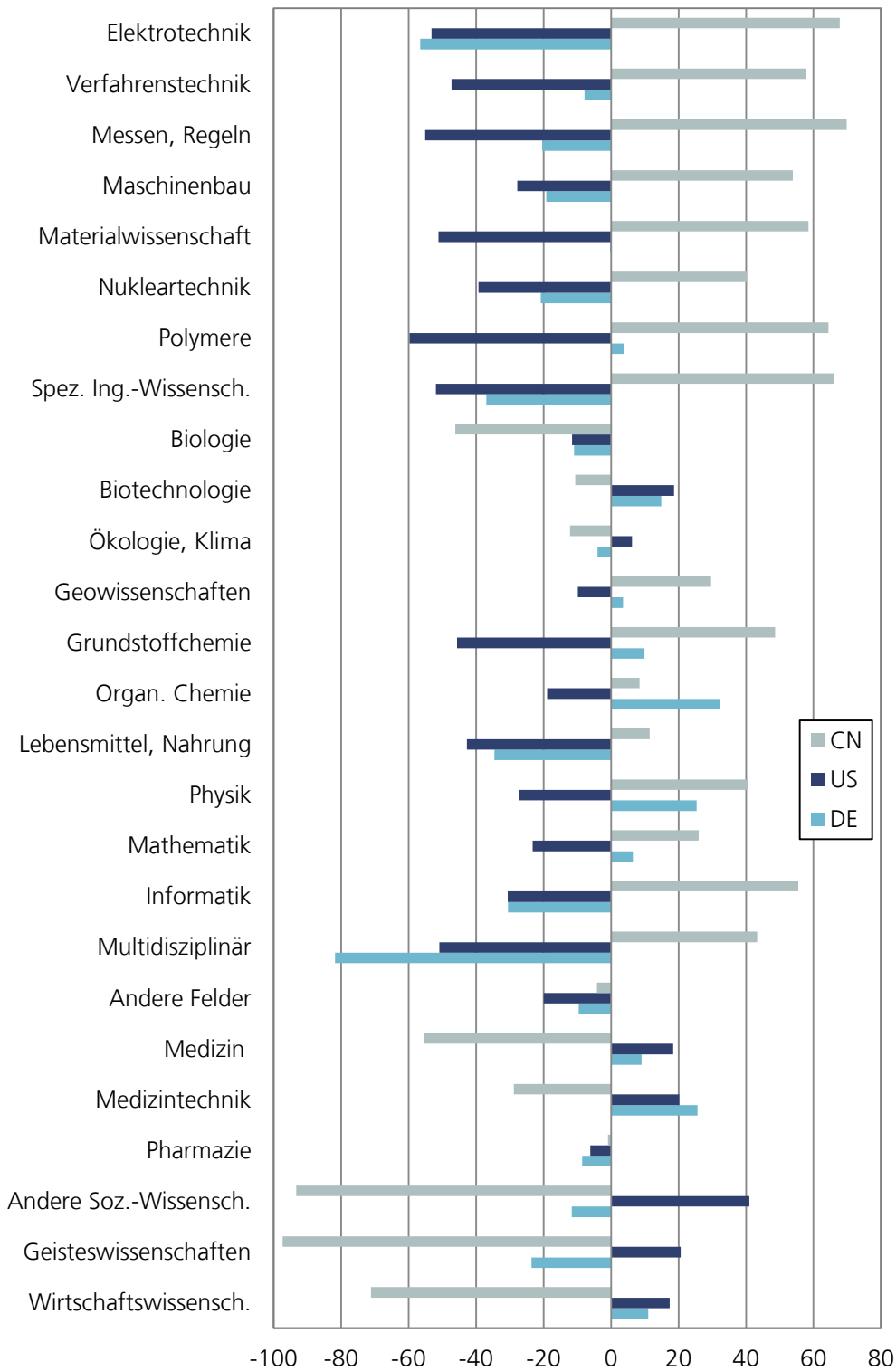
Farbskala: grün = kleiner Anteil der Publikationen eines Feldes an den Gesamtpublikationen, rot = großer Anteil der Publikationen eines Feldes an den Gesamtpublikationen.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 23 zeigt zunächst die Profile von China, den USA und Deutschland für die Jahre 2012 bis 2014 im Vergleich. Auf den ersten Blick fällt auf, dass das chinesische Profil in vielen Fällen vom amerikanischen und deutschen Profil deutlich abweicht, teilweise sogar in die entgegengesetzte Richtung zeigt. Überschneidungen im positiven Bereich mit Deutschland gibt es in grundlagenorientierten Feldern wie Physik oder Chemie. Die ausgeprägten Schwerpunkte Chinas im Bereich Materialwissenschaften oder Polymere kann Deutschland nicht in der gleichen Intensität spiegeln. Für viele überraschend, aber seit langem bekannt, sind die unterdurchschnittlichen Gewichte der Ingenieurwissenschaften in Deutschland, die in China eine starke Position einnehmen. Bezogen auf die intensiven Kooperationsbeziehungen zwischen den USA und China (siehe auch die folgenden beiden Kapitel) bleibt festzustellen, dass sich zumindest mit Blick auf die Spezialisierung die beiden Wissenschaftssysteme eher unähnlich sind. Von wenigen Ausnahmen abgesehen deuten die Schwerpunkte in entgegengesetzte Richtungen.

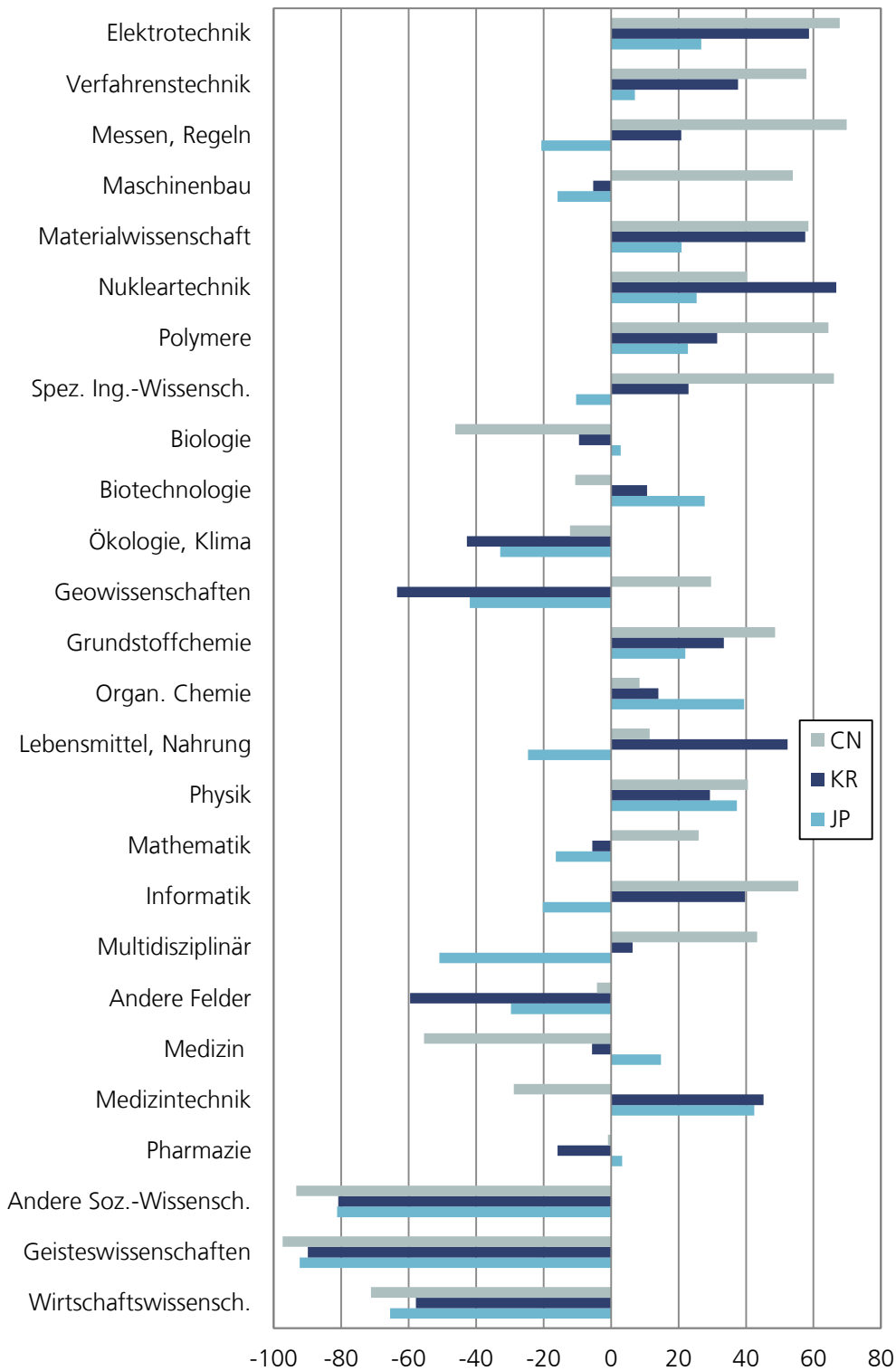
Vergleicht man nun die Profile von China, Südkorea und Japan so ergeben sich etwas mehr Überschneidungen (Abbildung 24). Ein starkes Gewicht von Messen/Regeln und Polymere findet sich in allen drei Ländern, ebenso wie Schwächen in der Medizintechnik, der Medizin oder den Geistes- und Sozialwissenschaften. Japan und Korea haben Schwerpunkte in Biotechnologie, Ökologie und Biologie, die von China nicht geteilt werden. Betrachtet man sich die Profile von Singapur, Taiwan und Indien (Abbildung 25), dann fallen zunächst die Schwerpunkte Indiens in den naturwissenschaftlichen Bereichen Pharmazie, Chemie, Materialwissenschaften und Polymere sowie Biologie auf. Es folgt ein sehr breites indisches Mittelfeld von Fächerdisziplinen und nur wenige, aber ausgeprägte Schwächen in Geowissenschaften, Geistes- und Sozialwissenschaften. Nennenswert ist noch die unterdurchschnittliche Spezialisierung in Medizin, was für alle drei in Abbildung 25 dargestellten Länder und die meisten übrigen asiatisch-pazifischen Länder gilt. Taiwan hat ein wissenschaftliches Profil, das zu seinem technologischen Profil bzw. wirtschaftlichen Profil recht gut passt – ein Phänomen, das sich beispielsweise in Deutschland so nicht findet. Es hat Schwerpunkte in der Informatik und Elektrotechnik, in der Materialforschung und einigen ingenieurwissenschaftlichen Bereichen. Singapur gehört bei der Publikationsintensität und der Qualität der Veröffentlichungen in die weltweite Spitzengruppe. Inhaltliche Schwerpunkte finden sich auch hier bei Informatik, Elektrotechnik und Materialwissenschaften sowie zum Teil auch in den eher grundlegenden Disziplinen wie Chemie und Physik. Auch Singapur hat im Bereich der Medizin eine negative Spezialisierung aufzuweisen, ebenso wie in den Bereichen Pharmazie, Biologie, Ökologie oder auch Nahrungsmittel.

Abbildung 23: Spezialisierungsprofile (RLA) von China, den USA und Deutschland, 2012-2014



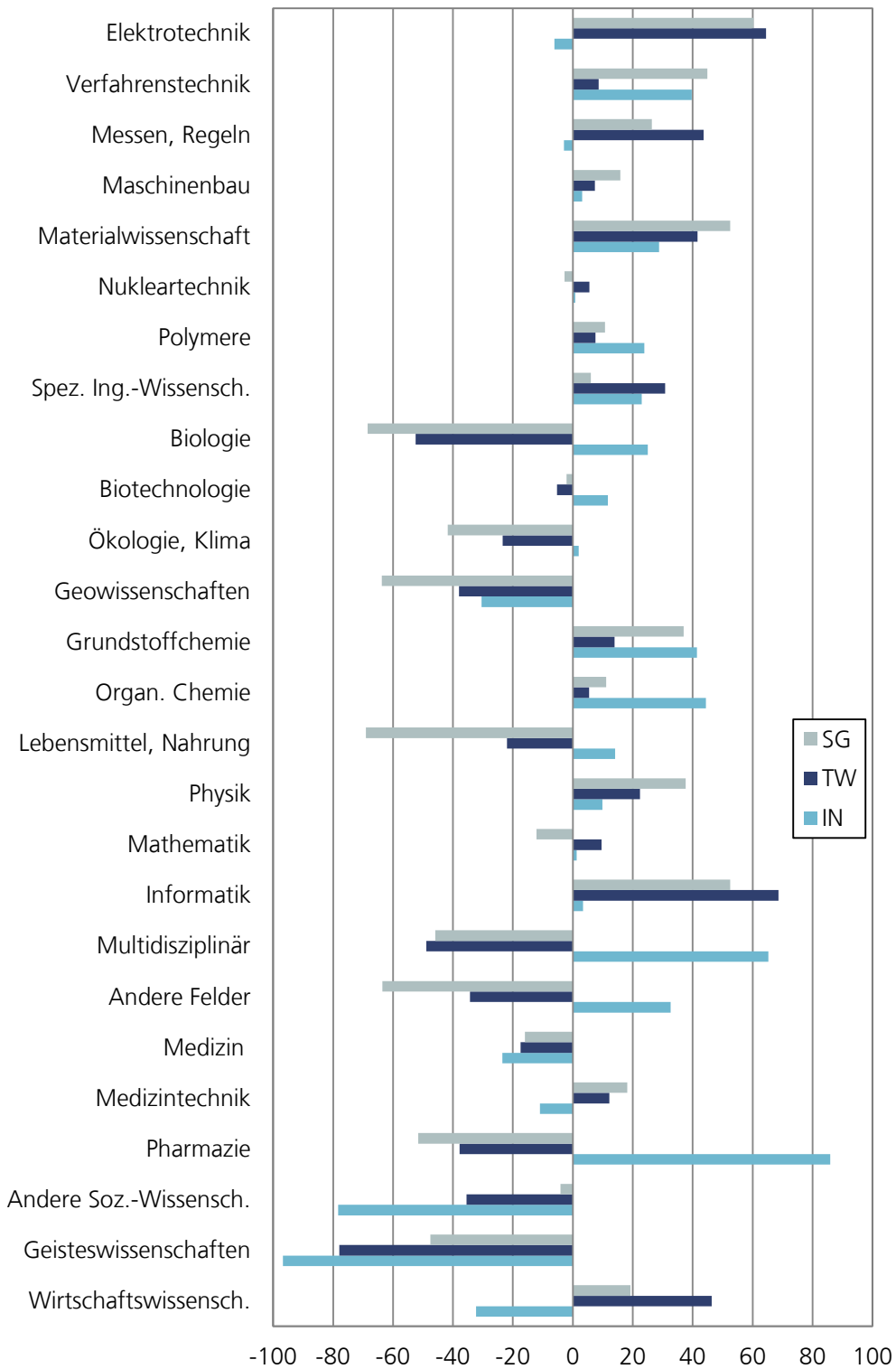
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 24: Spezialisierungsprofile (RLA) von China, Südkorea und Japan, 2012-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 25: Spezialisierungsprofile (RLA) von Singapur, Taiwan und Indien, 2012-2014

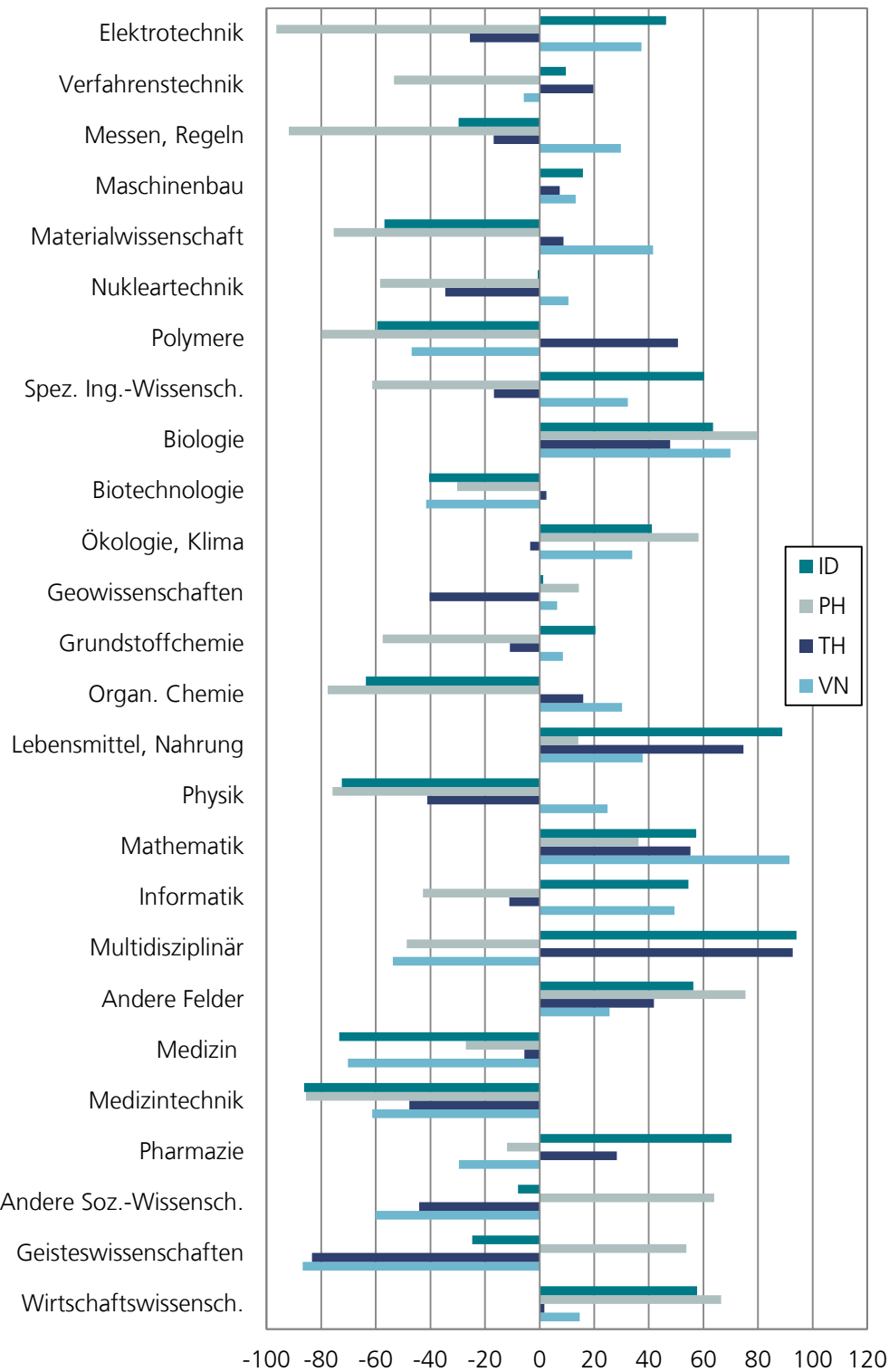


Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

In Abbildung 26 sind die Spezialisierungsprofile der vier kleineren asiatischen Wissenschaftssysteme aus Indonesien, den Philippinen, Malaysia und Vietnam dargestellt. Die Philippinen weichen teilweise vom Muster der drei anderen Länder ab und haben Stärken in den Geistes- und Sozialwissenschaften sowie auch bei Ökologie und Biologie, während ausgeprägte Schwächen beispielsweise in Elektrotechnik, Informatik aber auch Material und Ingenieurwissenschaften zu Tage treten. Dies ist ein sehr typisches Profil für noch deutlich unterentwickelte Wissenschaftssysteme. Malaysia, das sich in absoluten Zahlen sehr dynamisch gezeigt hat, kann mit Ausnahme der Informatik und der spezifischen Ingenieurwissenschaften im Wesentlichen eher bei für Entwicklungsländer typischen Disziplinen wie Lebensmittel, Biologie oder Verfahrenstechnik punkten. Indonesien hat Schwerpunkte ebenfalls in Lebensmittel und Biologie, aber auch in der Informatik, der Elektrotechnik, in speziellen Ingenieurwissenschaften und der Pharmazie. Vietnam schließlich hat wie die anderen Länder auch in den Bereichen Biologie, Nahrungsmittel und Ökologie seine Schwerpunkte, aber zusätzlich auch in der Informatik, der Materialforschung und der Elektrotechnik. Im Gegensatz zu den anderen drei Ländern in dieser Vergleichsgruppe hat Vietnam auch Schwerpunkte in der organischen Chemie und bei Messen und Regeln sowie in der Physik.

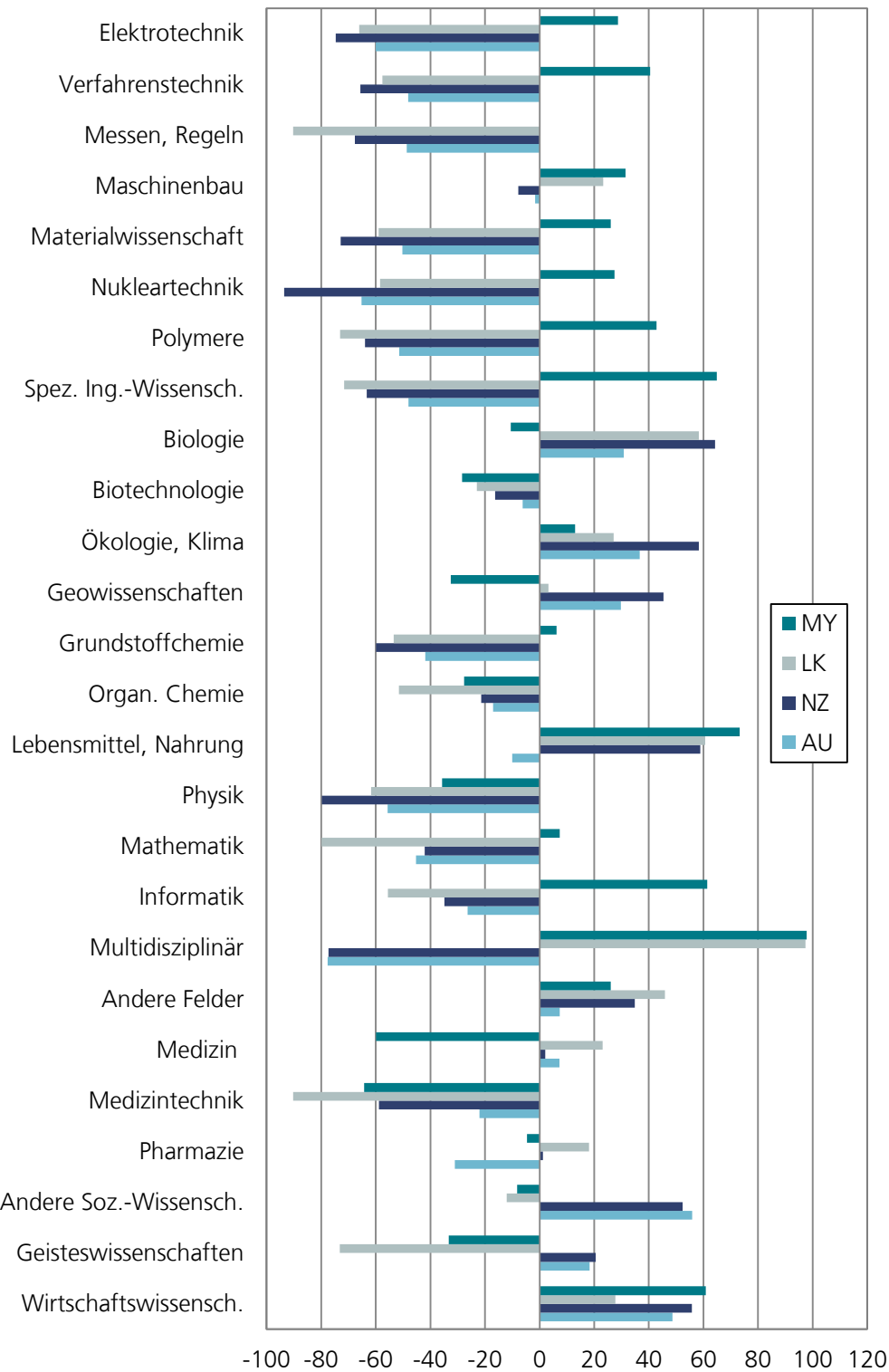
Zu guter Letzt werden die Profile der beiden englischsprachigen Länder Australien und Neuseeland sowie Sri Lanka verglichen (Abbildung 27). Die bereits genannten Schwerpunkte in den Geistes- und Sozialwissenschaften in Australien und Neuseeland treten hier nochmals deutlich zu Tage. Weitere Schwerpunkte finden sich bei Ökologie, Biologie und deutlich weniger ausgeprägt in der Medizin. Neuseeland hat zusätzlich einen Schwerpunkt bei Lebensmittel. Keines der drei Länder hat Schwerpunkte in Ingenieurwissenschaften oder Chemie, ebenso wenig wie in der Physik. Das kleine Sri Lanka kann neben Lebensmittel und Medizin auch ein überdurchschnittliches Gewicht in der Medizintechnik vorweisen.

Abbildung 26: Spezialisierungsprofile (RLA) von Indonesien, der Philippinen, Thailand und Vietnam, 2012-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Abbildung 27: Spezialisierungsprofile (RLA) von Malaysia, Sri Lanka, Neuseeland und Australien, 2012-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

6.2 Ähnlichkeiten der Profile und deren Veränderung

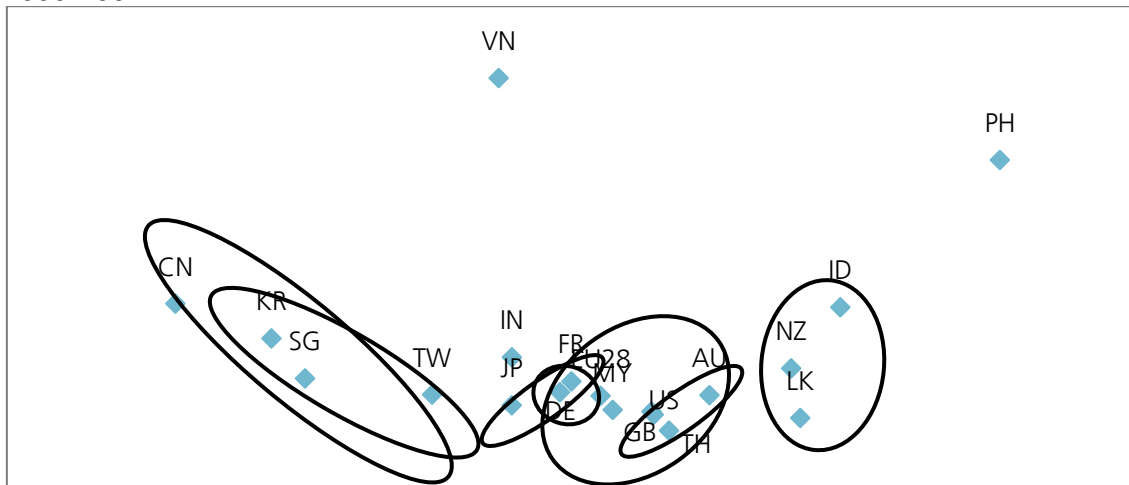
Nachdem im vorangegangenen Abschnitt die Schwerpunkte und Schwachpunkte der wissenschaftlichen Profile im Detail dargestellt wurden, sollen in diesem Abschnitt mithilfe einer multidimensionalen Skalierung und einer zusätzlichen Clusteranalyse die Ähnlichkeit und Unähnlichkeit der wissenschaftlichen Profile der betrachteten Länder im Zeitverlauf verglichen werden (Abbildung 28). So kann einerseits dargestellt werden, welche Länder sich mehr oder weniger ähnlich sind, aber noch viel interessanter ist, welche Länder sich im Zeitverlauf ähnlicher oder weniger ähnlich werden.

Es zeigt sich zunächst über den kompletten Zeitraum eine große Ähnlichkeit innerhalb Europas und mit den anderen entwickelten Wissenschaftsnationen USA, Australien und auch Japan. Im Zeitverlauf entwickeln sich jedoch Indien und Japan weg vom europäisch-amerikanischen Cluster. Sie bilden mit Korea, Singapur und Taiwan ein eigenständiges Cluster, das sich – wie im vorigen Abschnitt diskutiert – im Wesentlichen durch Ähnlichkeiten in Materialforschung und Teilen der Chemie definiert, aber mehr noch durch die Unähnlichkeit zum europäisch-amerikanischen Cluster in der Medizin und den Geistes- und Sozialwissenschaften. China kultiviert über den gesamten Beobachtungszeitraum ein sehr eigenständiges Profil, ebenso wie Vietnam und die Philippinen. Während Sri Lanka sich an das zentrale westliche Cluster annähert, löst sich Malaysia im Zeitverlauf ein wenig heraus, ebenso wie sich Indonesien davon weg entwickelt.

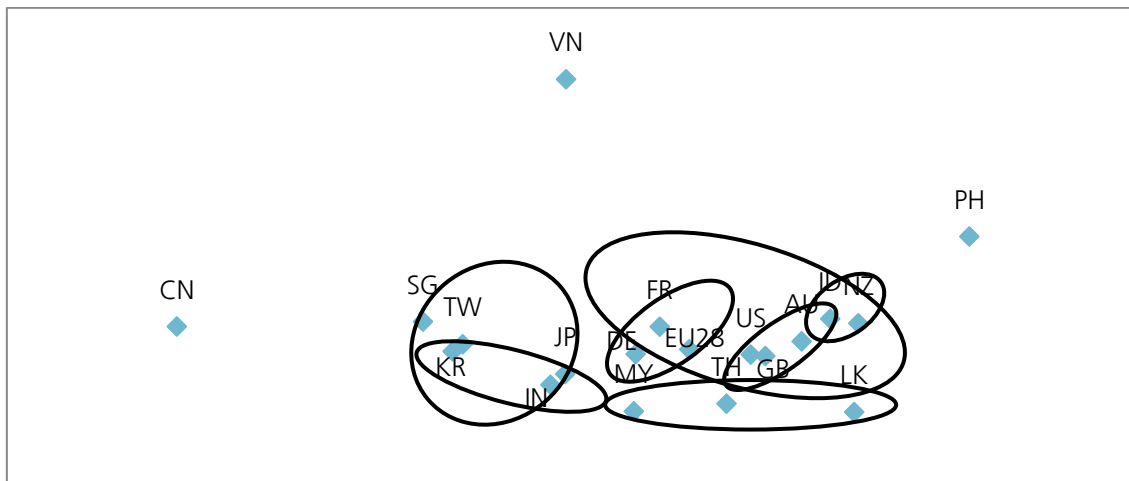
Die großen Felder, allen voran die Medizin, sind für diese Art der Darstellung sehr prägend, entsprechend sind Ähnlichkeiten und Unähnlichkeiten in dieser Disziplin sehr gewichtig. Es zeigt sich aber auch, dass beispielsweise die Informatik und die Elektrotechnik in den asiatischen Ländern eine hervorgehobene Rolle spielen und insofern auch zur Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit beitragen. Dies gilt zumindest für China, Indonesien, Korea, Singapur, Taiwan und auch Japan. In den meisten dieser Länder finden sich auch Ähnlichkeiten hinsichtlich ihrer Ausrichtung auf Chemie, insbesondere Grundstoffchemie, was die Clusterbildung weiter begünstigt.

Abbildung 28: Multidimensionale Skalierung und Clusteranalyse

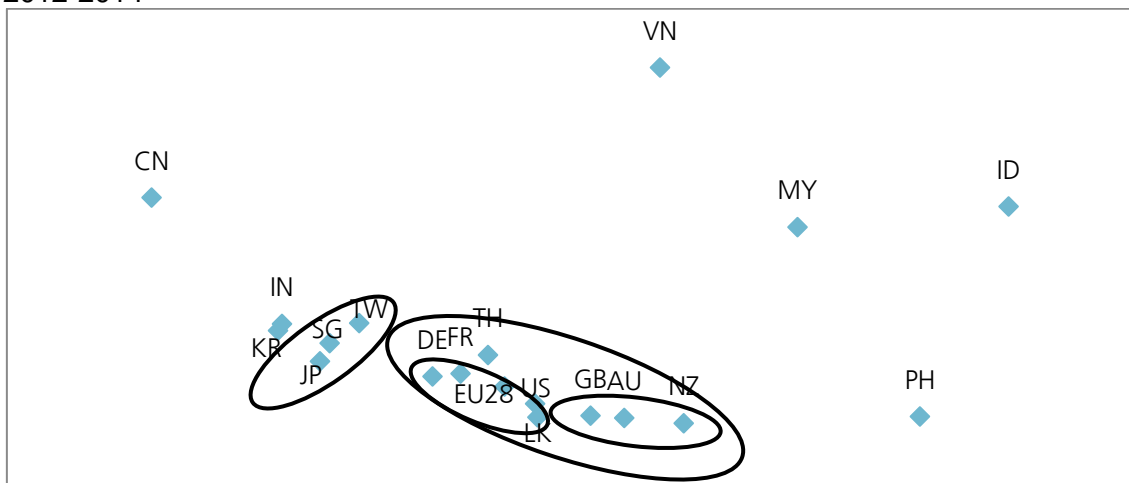
2000-2002



2006-2008



2012-2014



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

7 Ko-Publikationen

7.1 Anzahl und Anteile internationaler Ko-Publikationen

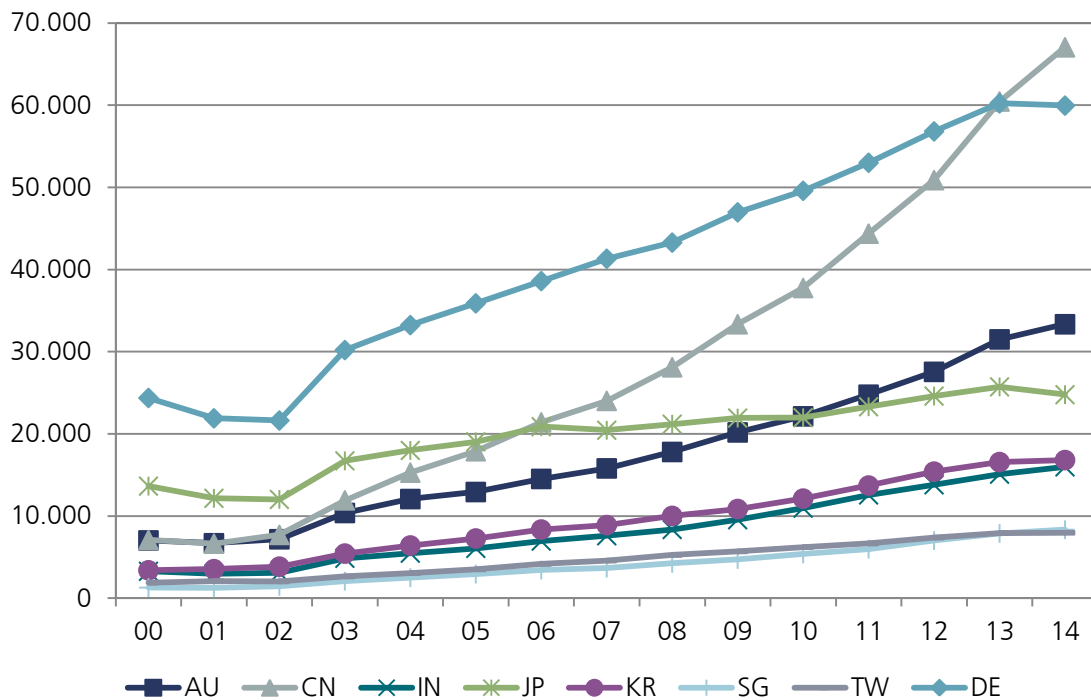
Ko-Publikationen sind ein Mittel, um Forschungsk Kooperationen ganzer Wissenschaftssysteme (Länder) oder einzelner Einrichtungen zu analysieren. Man nimmt dabei an, dass bei Ko-Publikationen jede genannte Einrichtung bzw. jedes genannte Land einen Beitrag zu der Publikation geleistet hat. Ko-Publikationen werden als Maß für die Kooperationsneigung und die Vernetzung einer Einrichtung oder eines Landes interpretiert. Zugleich spiegeln sie auch die Attraktivität einer Einrichtung oder eines Landes für wissenschaftliche Partner wider. Aufgrund der Komplexität wissenschaftlicher Fragestellungen und dem Bedarf nach Zugang zu Forschungsinfrastrukturen und Forschungsobjekten sind heutzutage Kooperationen über Institutionengrenzen und Ländergrenzen hinweg essentiell. Das Bündeln von Kompetenzen und Wissen zur Bearbeitung der Fragestellungen ist dabei nicht nur effizienter, sondern in vielen Fällen auch unumgänglich, um neue Erkenntnisse zu erarbeiten. Aus diesen Gründen werden in diesem Kapitel die Ko-Publikationen der Länder betrachtet. Während bei der Ermittlung und Berechnung der Indikatoren, die in den vorangegangenen Kapiteln berichtet wurden, Publikationen durch die fraktionierte Zählweise anteilig den Ländern zugerechnet werden, wird bei der Analyse der Ko-Publikationen auf die Whole-Count-Zählweise zurückgegriffen, d.h. es wird die absolute Anzahl der Ko-Publikationen eines Landes gezählt und nicht der auf die beteiligten Akteure normierte "Anteil an einer Publikation" eines Landes. Die so gezählten Ko-Publikationen werden mit der Gesamtzahl der Publikationen der jeweiligen Untersuchungseinheit ins Verhältnis gesetzt, um ihren Anteil zu berechnen. Die Gesamtpublikationszahl wird zu diesem Zweck ebenfalls in der Whole-Count-Zählweise erhoben. Durch dieses Vorgehen lassen sich dann Aussagen zum Anteil der Publikationen eines Landes wie bspw. China machen, die in Zusammenarbeit mit einer Autorin oder einem Autor aus Land y zustande gekommen sind. Unter Verwendung der fraktionierten Zählweise wäre diese einfache Interpretation der Ergebnisse nicht möglich.

Bei den Ko-Publikationszahlen wird zwischen internationalen und nationalen Ko-Publikationen unterschieden. Internationale Ko-Publikationen sind definiert als Publikationen, die mindestens einen Kooperationspartner aus dem Ausland haben. Sie umfassen gegebenenfalls auch nationale Kooperationen, sofern zusätzlich auch ein internationaler Partner involviert ist. Hingegen sind rein nationale Ko-Publikationen als Publikationen mit mindestens zwei Kooperationspartnern desselben Landes definiert, die jedoch nicht der gleichen Organisation angehören. Ko-Publikationen, bei denen auch ausländische Partner involviert sind, sind hierin nicht enthalten.

Wir werden uns in diesem Kapitel ausschließlich auf die internationalen Ko-Publikationen fokussieren und dabei ein besonderes Augenmerk auf die inner-asiatisch-pazifischen Kooperationen legen, d.h. Publikationen, an denen mindestens zwei verschiedene Länder aus dem asiatisch-pazifischen Raum beteiligt sind.

In Abbildung 29 und Abbildung 30 ist die Anzahl der internationalen Ko-Publikationen der einzelnen Länder dargestellt. Abgesehen von kleineren Ausreißern, ist die Anzahl der internationalen Ko-Publikationen seit 2002 für alle Länder kontinuierlich gestiegen. Während Japan bis 2014 die Anzahl der Publikationen, in welchen Autorinnen und Autoren aus mindestens einem weiteren Land involviert sind, im Hinblick auf 2002 lediglich verdoppelt hat und damit das Land mit der niedrigsten Steigerung darstellt, verfassen Malaysia im Jahr 2014 17-mal so viele internationale Ko-Publikationen, China neunmal so viele und Vietnam achtmal so viele Ko-Publikationen verglichen mit 2002.

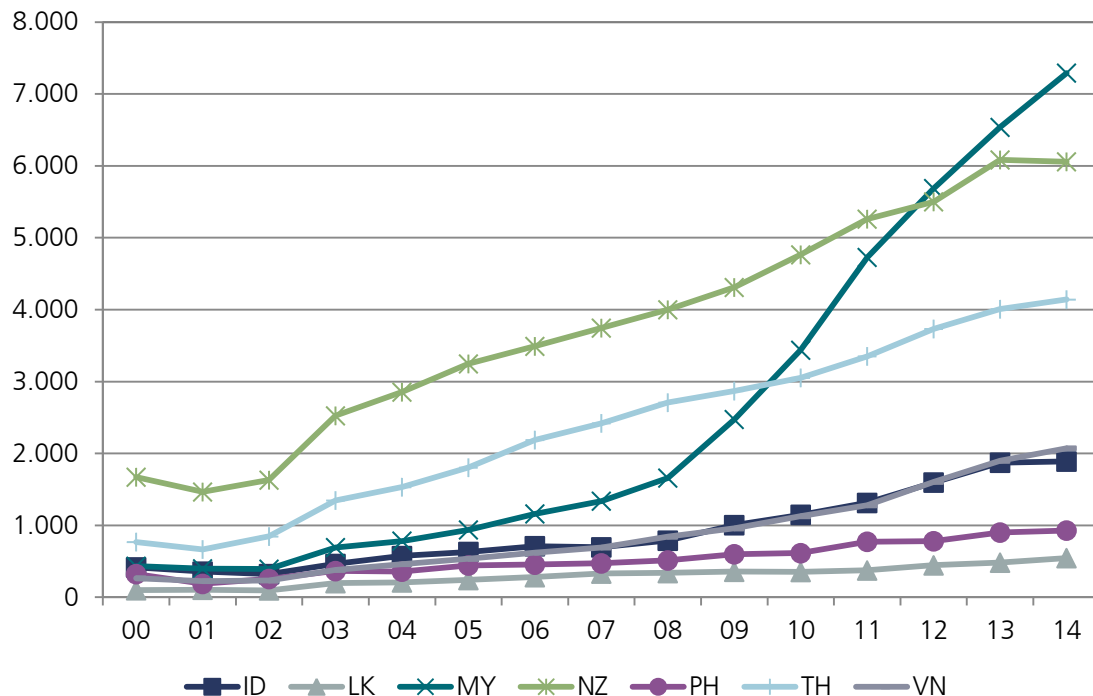
Abbildung 29: Anzahl der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 30: Anzahl der internationalen Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder, 2000-2014



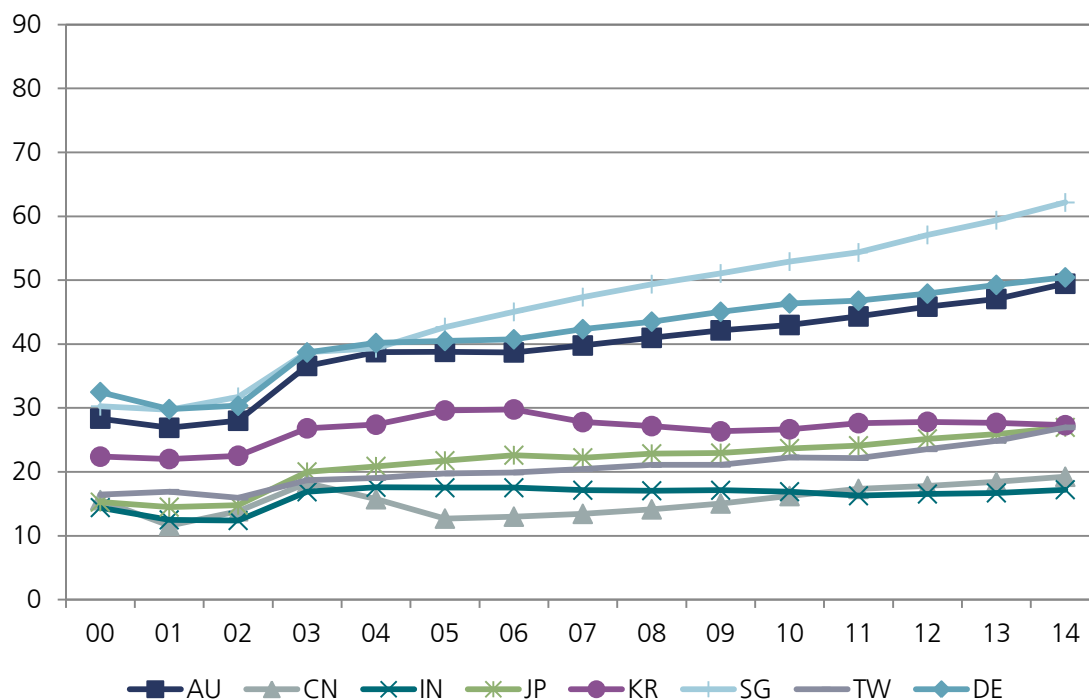
Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Nachdem sich China mit 60.000 Ko-Publikationen im Jahr 2013 auf das Niveau Deutschlands steigern konnte, übertrifft es Deutschland seit dem Jahr 2014 mit 67.000 Ko-Publikationen während Deutschland sein Niveau mit knapp 60.000 Ko-Publikationen hält. Für die restlichen Länder liegt die Anzahl der Ko-Publikationen deutlich unter der Anzahl der Ko-Publikationen Deutschlands.

Während die absolute Anzahl der internationalen Ko-Publikationen für die kleineren asiatisch-pazifischen Länder geringer ist, erreichen sie jedoch meist höhere Anteile an den nationalen Publikationen (Abbildung 31 und Abbildung 32). Die Größe eines Landes spielt somit eine Rolle; kleinere Länder haben die Tendenz stärker international zu kooperieren und erreichen somit tendenziell höhere Werte als größere Länder. Dies liegt unter anderem an der Notwendigkeit zur internationalen Kooperation, da national weniger Partner zur Verfügung stehen. Große Länder dagegen, wie z.B. China und Indien, erreichen Ko-Publikationsanteile von unter 20%.

Abbildung 31: Anteil der internationalen Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014

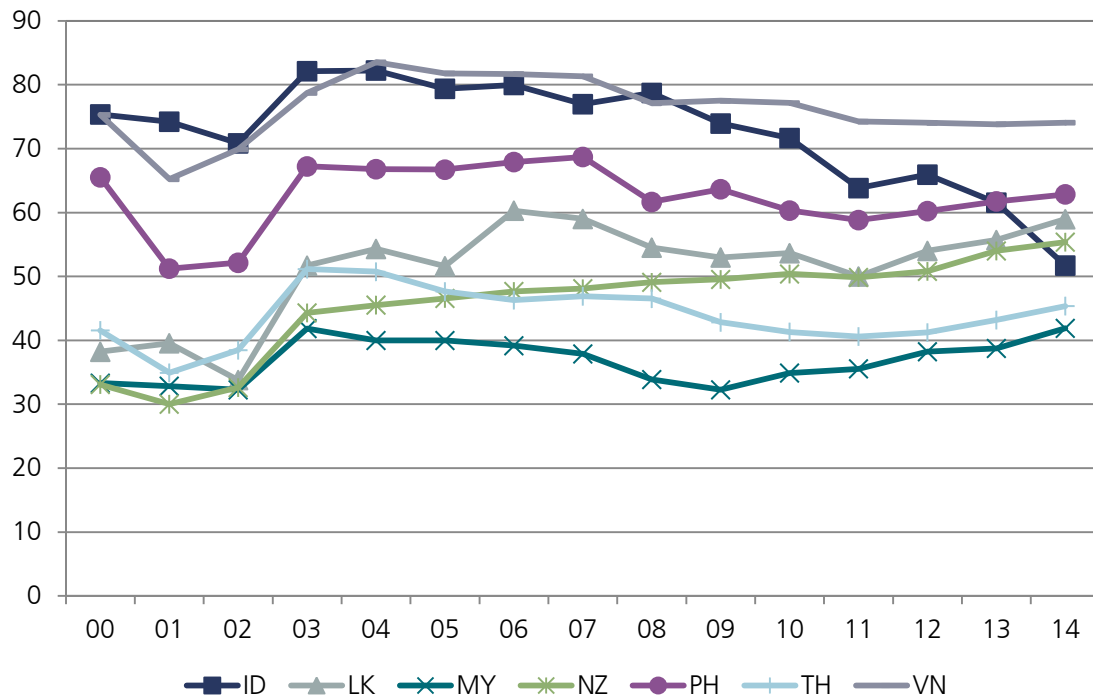


Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im Gegensatz zu Vergleichsländern wie Deutschland, den USA und der EU, in welchen der Anteil der Ko-Publikationen seit 2003 überwiegend kontinuierlich angestiegen ist, ist der Anteil der Ko-Publikationen in der Mehrheit der asiatisch-pazifischen Länder großen Schwankungen unterworfen. Lediglich Australien, Japan, Neuseeland, Singapur und Taiwan können eine nahezu kontinuierliche Steigerung der Ko-Publikationen verzeichnen. Auffällig ist hier, dass Australien eine Entwicklung zeigt, die der deutschen sehr ähnlich ist und sich bei 50% Ko-Publikationen im Jahr 2014 ansiedelt. Singapur hingegen übersteigt Deutschland und steigert seinen Anteil auf 62% im Jahr 2014. Trotz starker Schwankungen ist bei allen Ländern mit einer Ausnahme ein steigender oder zumindest konstanter Trend für die letzten Jahre zu beobachten. Indonesien zeigt als einziges Land eine stärkere Entwicklung der Publikationsgesamtanzahl verglichen mit der Anzahl der Ko-Publikationen.

Abbildung 32: Anteil der internationalen Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder an allen Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern involviert sind. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

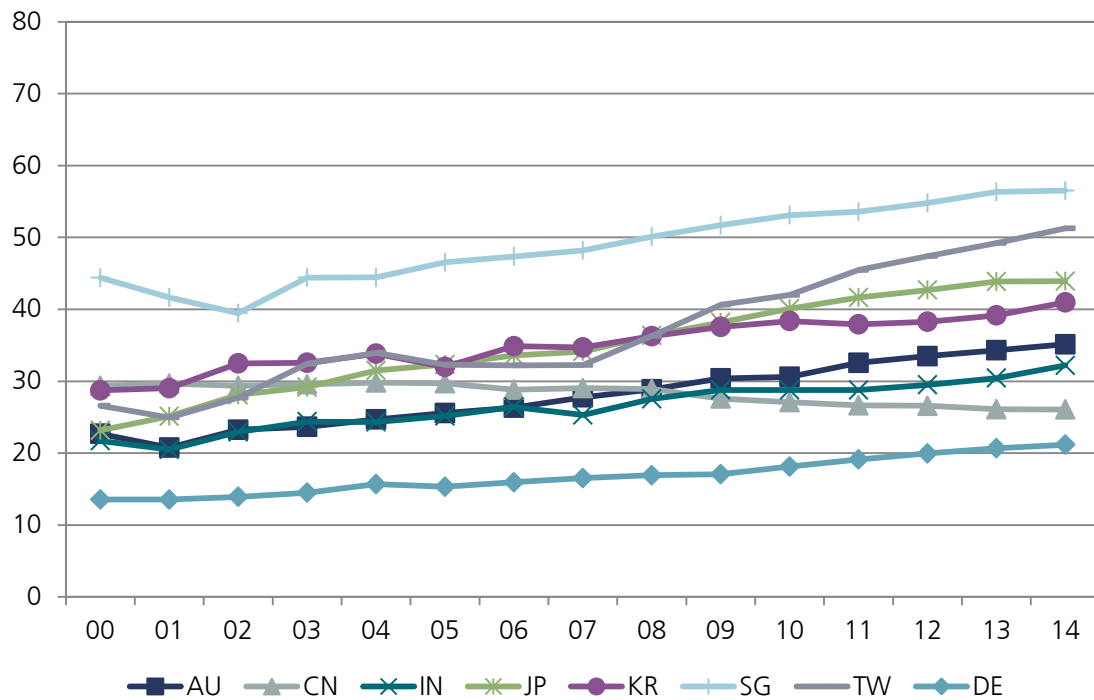
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 33 und Abbildung 34 werden die Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder mit einem ebenfalls asiatisch-pazifischen Partner betrachtet. Die Tendenz der inner-asiatisch-pazifischen Kooperationen ist eher steigend. Vor allem Japan hat seit 2000 die Kooperation mit dem asiatisch-pazifischen Raum weiter ausgebaut. Auch Australien, Singapur und Taiwan zeigen hier seit 2002/2003 eine kontinuierlich zunehmende Zusammenarbeit mit den anderen asiatisch-pazifischen Ländern. China und Malaysia dagegen suchen sich vor allem seit 2008 ihre Kooperationspartner zunehmend eher außerhalb des asiatisch-pazifischen Raums. Sri Lanka kann mit einer Steigerung von 18% im Jahr 2000 auf 62% im Jahr 2014 die größte Steigerung der regionalen Kooperation verzeichnen.

Allgemein lässt sich feststellen, dass die kleineren Länder, welche stärker mit anderen Ländern ko-publizieren, eher zu inner-asiatisch-pazifischen Kooperationen neigen als die größeren Länder.

Obgleich auch Deutschland zunehmend mit asiatisch-pazifischen Ländern ko-publiert, ist die Kooperation innerhalb dieses Raums für alle Länder der Region höher als für Deutschland.

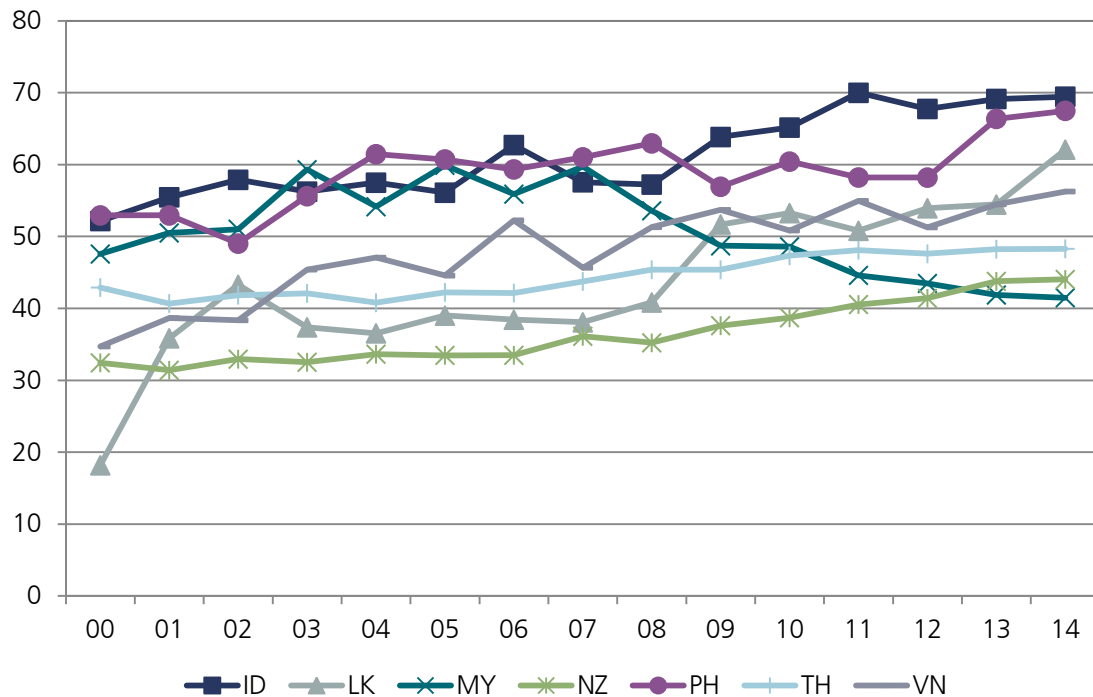
Abbildung 33: Anteil der Ko-Publikationen ausgewählter asiatisch-pazifischer Länder mit Asien an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 34: Anteil der Ko-Publikationen kleinerer asiatisch-pazifischer Länder mit Asien an allen internationalen Ko-Publikationen des jeweiligen Landes, 2000-2014



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Im folgenden Kapitel 7.2 werden anhand einer Netzwerkanalyse die internen Kooperationen des asiatisch-pazifischen Raums, aber auch die externen Kooperationen Asiens mit anderen Ländern weitergehend analysiert, um so das spezifische Kooperationsverhalten näher zu betrachten und enge Verbindungen zwischen den einzelnen Ländern sowie auch zentrale Akteure im Netzwerk zu ermitteln.

7.2 Zitierungen der internationalen Ko-Publikationen

Forschungskooperationen können verschiedene Anlässe und auch verschiedene Kooperationsformen haben.

Veröffentlichungen von Autorinnen und Autoren aus zwei Ländern werden im Allgemeinen häufiger zitiert als im Fall von Autorinnen und Autoren aus nur einem Land oder nur einer Institution. Ein Erklärungsgrund ist, dass es größere Leserkreise, nämlich die aus beiden Ländern gibt. Schmoch und Michels (2012) sowie Michels und

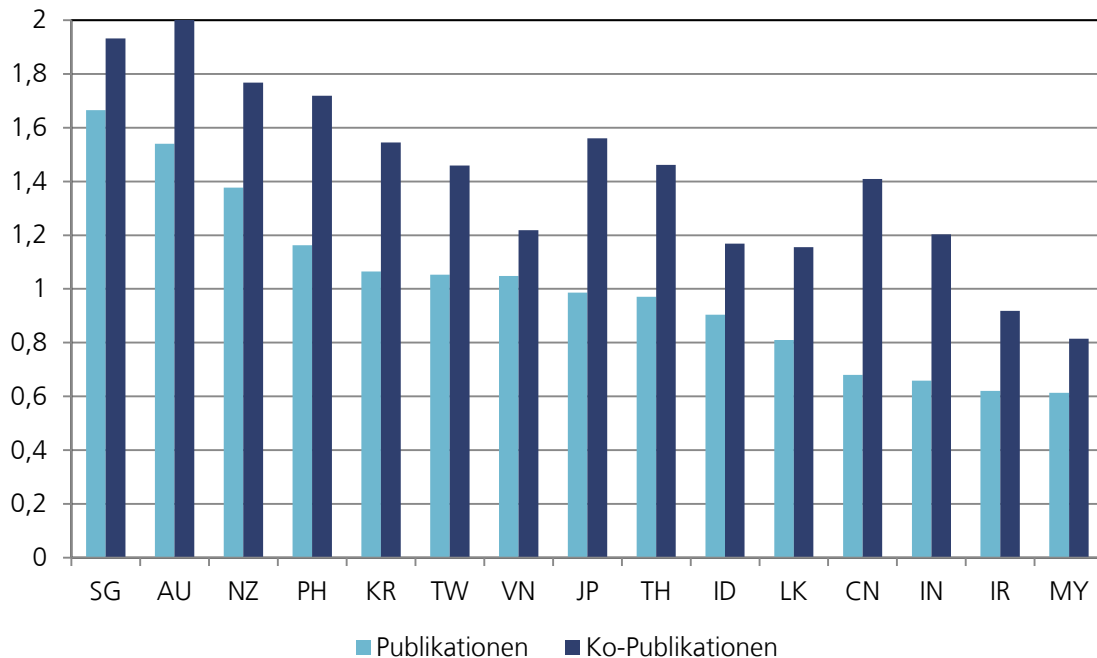
Schmoch (2013) konnten zeigen, dass der Sitz des Herausgebers einer Zeitschrift ebenso wie die Länderzugehörigkeit eines Autors oder einer Autorin einen Einfluss darauf haben, wie häufig sie zitiert werden. Schubert und Michels (2013) können diese Ergebnisse insbesondere für höherrangige Zeitschriften aus den USA und Großbritannien bestätigen. Daneben findet sich als Erklärung für die höheren Zitierungen auch, dass es sich bei den Themen, die in internationaler Zusammenarbeit bearbeitet werden, auch häufiger um Themen von internationalem Interesse handelt und insofern auch eine höhere Relevanz für die Forschungsarbeiten in anderen Ländern hat. Als dritte und wichtigste Erklärung, die insbesondere für aufholende Wissenschaftsnationen gilt, sind die internationalen Ko-Publikationen häufig von größerer Qualität und werden daher auch häufiger zitiert.

Abbildung 35 belegt, dass in der Tat die internationalen Ko-Publikationen aller betrachteten Länder eine höhere feldspezifische Zittrate erreichen als rein nationale Veröffentlichungen. Dies gilt auch für die Länder mit hohen Zitratraten wie Singapur, Australien und Neuseeland, was für das Argument der international relevanteren Themen spricht, aber auch mit den Effekten der Herausgeberschaft in den USA oder Großbritannien in Einklang zu bringen ist.

Im Fall von Vietnam sind die Unterschiede der gesamten Veröffentlichungen und der internationalen Ko-Publikationen am geringsten, was zu einem wesentlichen Teil daran liegt, dass Vietnam mit etwa 75% eine besonders hohe Ko-Publikationsrate aufweist, sodass die rein nationalen Veröffentlichungen auch bei den Zitierungen nur noch ein geringes Gewicht einnehmen.

Im Fall von China und auch Indien sind die Unterschiede zwischen den nationalen Veröffentlichungen und den internationalen Ko-Publikationen am größten. Zumindest für China ist bekannt, dass Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über einen langen Zeitraum versucht haben, mit internationalen Partnern gemeinsam zu publizieren, um einerseits überhaupt in die in China besonders angesehenen Zeitschriften zu kommen, die im Science Citation Index enthalten sind. Hier gab und gibt es Prämienzahlungen für Veröffentlichungen. Andererseits konnte China auf diese Weise recht schnell die Regeln und Bedingungen internationaler Veröffentlichungen lernen, sodass der massive Aufwuchs der international sichtbaren Veröffentlichungen nur so möglich war. Noch zu Beginn des neuen Jahrtausends war China als Wissenschaftsnation auf der internationalen Bühne ein kleines Licht.

Abbildung 35: Feldspezifische Zitatraten der Publikationen und der Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder, 2009-2011



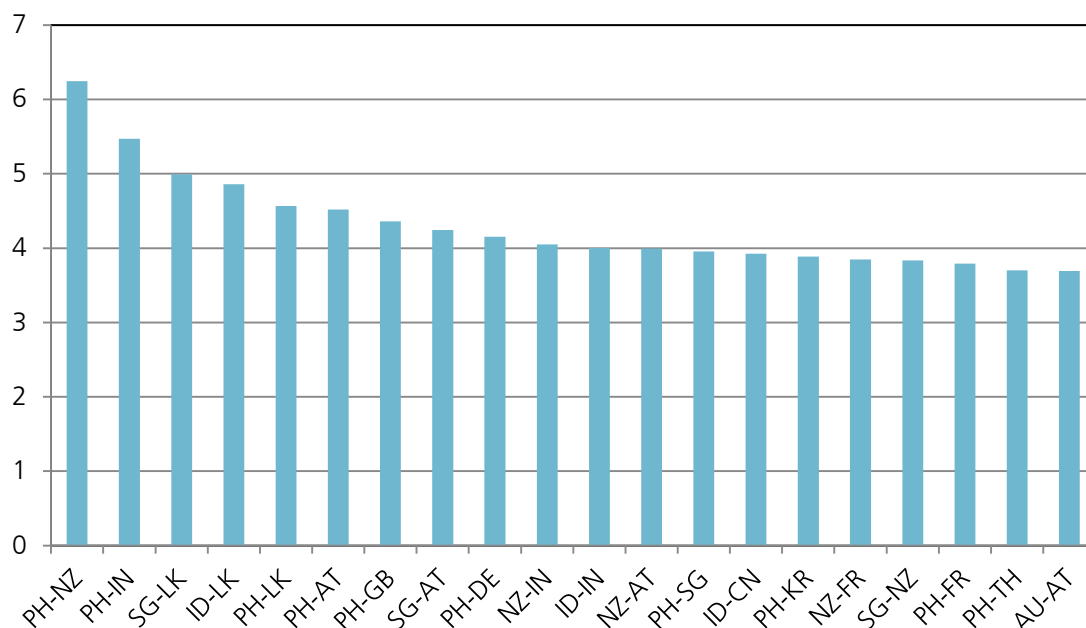
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zwar sind die internationalen Ko-Publikationen im Allgemeinen höher zitiert als die rein nationalen, dennoch gibt es massive Unterschiede in der Sichtbarkeit und der Zittrate der bilateralen Ko-Publikationen. Abbildung 36 zeigt die 20 höchsten feldspezifischen Zitatraten der untersuchten Länder in bilateraler Perspektive. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass es sich in manchen Fällen um absolute Fallzahlen im zweistelligen Bereich handelt. Damit haben einzelne, hoch zitierte Veröffentlichungen einen großen Einfluss auf das durchschnittliche Ergebnis. Andererseits sind die bilateralen Kooperationen häufig faktisch thematisch sehr eng gefasst, weshalb die feldspezifischen Zitatraten nicht das gesamte thematische Spektrum abdecken. Da in einzelnen Disziplinen die Zitatraten aber deutlich höher sind als in anderen, kann es hier zu Verzerrungen kommen.

Dennoch zeigt sich, dass die Ko-Publikationen zwischen den Philippinen und Neuseeland die höchsten Zitatraten erreichen. Insgesamt sind die Philippinen sehr häufig unter diesen 20 am höchsten zitierten Kooperationsbeziehungen vertreten, nämlich in 10 Fällen. Auch die Zusammenarbeit mit Deutschland fällt hierunter. Ansonsten tauchen Kooperationsbeziehungen mit Deutschland nicht unter den Top 20 auf, wenngleich beispielsweise die Ko-Publikationen mit Singapur oder auch mit Australien und Neuseeland sehr hohe Werte erreichen. Mit Ausnahme der Kooperation mit den Philippinen, was auf geringe Fallzahlen zurückzuführen sein könnte, sind die Kooperationen

Deutschlands mit den wissenschaftlich besten Ländern – Singapur, Australien und Neuseeland stehen bei der feldspezifischen Zittrate an der Spitze – besonders erfolgreich.

Abbildung 36: Feldspezifische Zittrate der bilateralen Ko-Publikationen zwischen zwei genannten Ländern*, 2009-2011



* Dargestellt sind die 20 Kombinationen der asiatisch-pazifischen und der Vergleichsländer mit den höchsten feldspezifischen Zitratraten im untersuchten Zeitraum

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

7.3 Die Kooperationen der asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland

Die Kooperationen, die sich in wissenschaftlichen Publikationen niederschlagen, sind über die Länder nicht gleich verteilt. Auch für Deutschland bieten sich einige Länder häufiger als Partner an als andere. Die absolute Zahl der internationalen Ko-Publikationen ist dabei eine Funktion nicht nur der deutschen Stärken und Schwächen, sondern auch der Stärken und Schwächen des Partnerlandes. Darüber hinaus sind Gelegenheiten beispielsweise in Form von Förderprogrammen oder Infrastruktureinrichtungen von entscheidender Bedeutung. Hinzu kommen geografische oder kulturelle/sprachliche Nähe (Kinkel et al. 2008; Tijssen et al. 2011; Waltman et al. 2011b). Die wissenschaftliche Anschlussfähigkeit – vereinfacht gesagt die Qualität der Forschung in einem Land – ebenso wie die Größe des Landes haben ebenfalls Einfluss. Es gilt dabei zu berücksichtigen, dass kleinere Länder bzw. kleinere Wissenschaftssysteme eine höhere Neigung zur internationalen Kooperation aufweisen als große Länder, was

sich im Wesentlichen dadurch erklären lässt, dass sie weniger häufig einen geeigneten Partner im Inland finden können. Die Größe des Landes hat aber auch auf die Bewertung der Kooperations- bzw. der Ko-Publikationsintensität einen Einfluss. Während Deutschland für die deutlich kleinere Schweiz ein wichtiger Partner sein kann, ist es für die Schweiz umgekehrt wesentlich schwieriger dies auch für Deutschland zu sein. Entsprechendes gilt auch für die Zusammenarbeit des kleinen Deutschlands mit dem deutlich größeren China.

Schließlich gilt auch zu berücksichtigen, dass die Anzahl der internationalen Ko-Publikationen im Zeitverlauf deutlich zunimmt – im weltweiten Maßstab sogar stärker wächst als die Publikationen insgesamt, die Anteile der Ko-Publikationen in einem Land oder in Zusammenarbeit mit einem anderen Land aber unter Umständen rückläufig sind. Beide Perspektiven sind gerechtfertigt und bieten spezifische Informationen, die jedoch am Ende gerade im Fall von Ko-Publikationen kaum ein eindeutiges und leicht zu interpretierendes Bild ergeben.

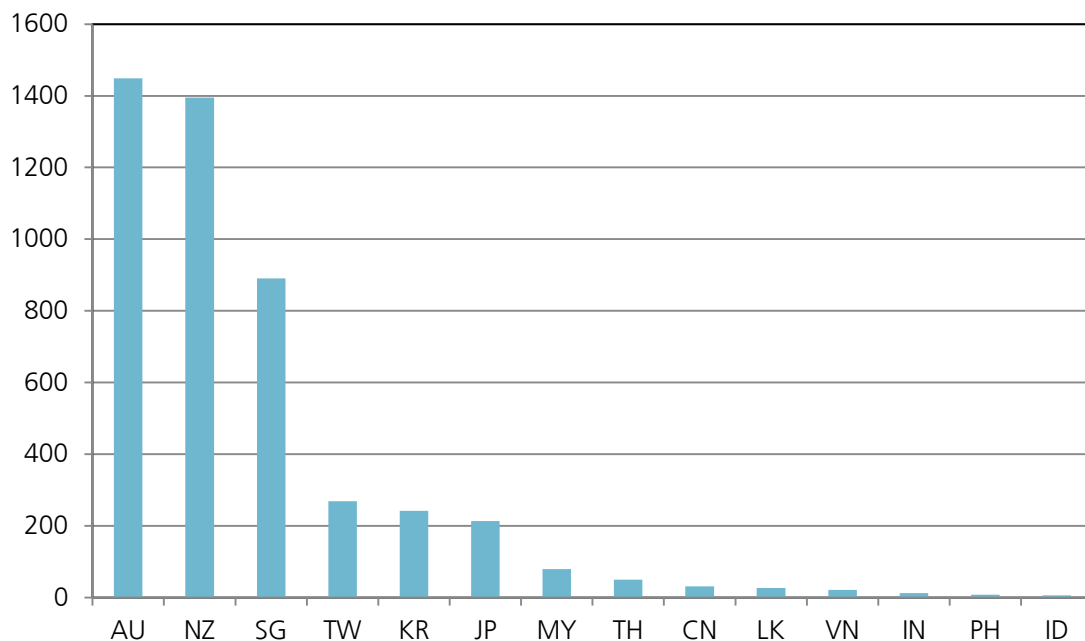
Die Internationalisierungsstrategie der Bundesregierung (Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2008) hat in ihrem ersten Zielfeld zum Ziel, weltweit mit den Besten zusammenzuarbeiten. In ihrem dritten Zielfeld hat sie aber auch zum Ziel, die Kooperation mit sich entwickelnden und Schwellenländern unter anderem im Bereich Forschung zu verstärken. Daneben kann auch unter dem vierten Zielfeld, der Adressierung globaler Herausforderungen, eine Zusammenarbeit sowohl mit hoch entwickelten wie auch sich entwickelnden Ländern entstehen.

Diese vielfältigen Faktoren und Gründe, machen nahezu jede Kooperation Deutschlands mit einem anderen Wissenschaftssystem einzigartig. Dennoch lassen sich, gemessen am durchschnittlichen Aktivitätsniveau oder auch an der Intensität der Ko-Publikationen des Partnerlandes, die Ko-Publikationen Deutschlands bewerten. In diesem Abschnitt werden verschiedene solcher Maßzahlen insbesondere für das letzte Beobachtungsjahr, also einen möglichst aktuellen Zeitpunkt vorgestellt. Die Analyse der Indikatoren über die Zeit hat dabei ergeben, dass sich solche Strukturen nur langsam verändern. Hinzu kommt, dass in einigen der untersuchten Länder die Veröffentlichungszahlen in den früheren Jahren zu gering sind, um verlässliche und stabile Aussagen treffen zu können. Eine Fokussierung auf den aktuellen Zeitraum ist somit also gerechtfertigt.

Abbildung 37 zeigt zunächst die Anzahl der Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland je 10 Millionen Einwohner des jeweiligen Landes für das Jahr 2014. Die beiden englischsprachigen Länder Australien und Neuseeland liegen bei diesem Indikator mit deutlichem Abstand an der Spitze. Hier lässt sich eine geringere Sprachbarriere unterstellen. Daneben sind es aber auch die beiden relativ publikations-

intensivsten und etabliertesten Wissenschaftsnationen im asiatisch-pazifischen Raum. Es lassen sich also auch Kooperationen auf wissenschaftlicher Augenhöhe unterstellen, wie sie in der Zusammenarbeit mit anderen weniger erwartbar sind. Hier greift also eher das erste Zielfeld der Internationalisierungsstrategie und weniger das dritte Zielfeld. Allerdings sind die Themen der beiden Länder meist die Geistes- und Sozialwissenschaften, was für internationale Ko-Publikationen Deutschlands eine geringe Rolle spielt. Tatsächlich kooperiert Deutschland aber besonders intensiv mit Australien in eben diesen Feldern, mit Neuseeland jedoch zusätzlich auch in den Bereichen Ökologie/Klima und Lebensmittel (siehe Tabelle 3).

Abbildung 37: Anzahl der Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland je 10 Mio. Einwohner des jeweiligen Landes, 2014



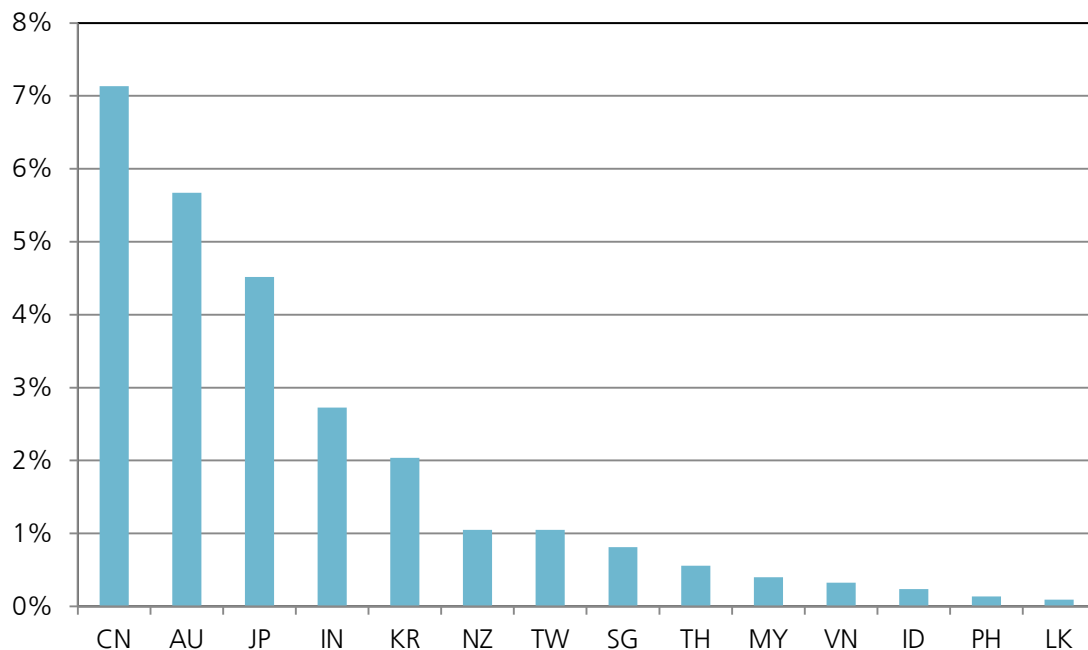
Quelle: Elsevier – Scopus; Weltbank – World Development Indicators; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Mit Singapur zeigt sich ebenfalls ein intensiver Austausch, der im Wesentlichen auf die Bereiche Medizin und Medizintechnik sowie Biotechnologie zurückgeht. Auch hier lassen sich wohl mehrheitlich Kooperationen im Rahmen des ersten Zielfelds, d.h. mit den wissenschaftlich Besten, unterstellen. Deutlich weiter zurück liegen Taiwan, Südkorea und Japan, für die Deutschland offensichtlich eine weniger bedeutende Rolle spielt, die aber gleichzeitig auch insgesamt sehr niedrige Anteile von internationalen Ko-Publikationen aufweisen. Wie Abbildung 39 zeigt, nehmen die Ko-Publikationen Deutschlands gemessen am internationalen Aktivitätsniveau der drei Länder Stellenwerte ein, die oberhalb der meisten hier untersuchten Länder liegen. Mit Japan kooperiert

Deutschland dabei intensiv im Bereich Mess-, Steuer-, Regeltechnik sowie dem sehr kleinen Feld Nuklearforschung. Physik insgesamt ist ebenfalls erwähnenswert. Mit Südkorea pflegt Deutschland offensichtlich intensiven Austausch in ähnlichen Bereichen, zusätzlich aber auch in der Medizintechnik und der Materialforschung. Mit Taiwan hingegen finden sich Schwerpunkte der Kooperation in Lebensmittel und Biologie, Pharmakologie, Physik und Kunststoffe.

Die übrigen Länder sind, gemessen an der Größe des Landes (Abbildung 37), eher weniger bedeutsame Partner für deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. China und Indien nehmen hier jedoch aufgrund der Bevölkerungszahlen bzw. der absoluten Ko-Publikationszahlen mit Deutschland eine gesonderte Rolle ein.

Abbildung 38: Anteile der asiatisch-pazifischen Länder an den Ko-Publikationen Deutschlands, 2014



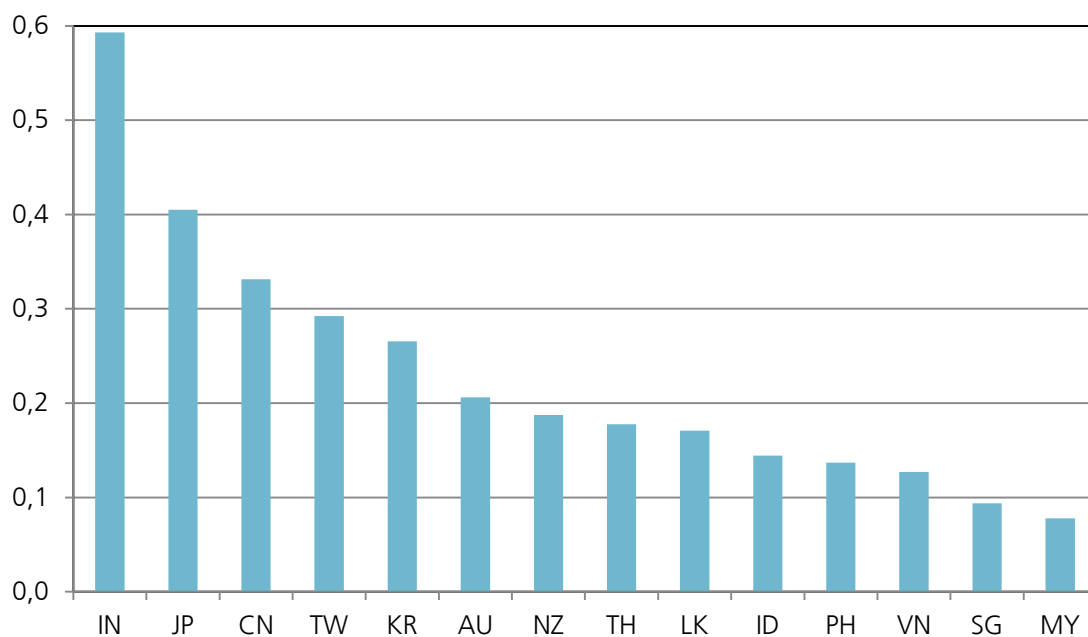
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

China erreicht mit über 7% den höchsten Anteil an den Ko-Publikationen Deutschlands – aus deutscher Perspektive also – unter den betrachteten Ländern. Die Ko-Publikationen des Reichs der Mitte mit Deutschland sind in den vergangenen Jahren derart deutlich angestiegen, dass es von einem Partner unter vielen mit einem Anteil von gut 2,5% im Jahr 2000 zu einem der bedeutendsten Partnerländer außerhalb Europas wurde. Gemessen am internationalen Aktivitätsniveau Chinas (siehe Index in Abbildung 39) ist die Kooperation zwischen Deutschland und China als hoch einzuschätzen. Besonders intensiv tauschen sich dabei Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den Bereichen Material (Materialforschung, Polymere und Chemieingenieurwesen), wo

China bereits seit langer Zeit zu den weltweit besten Forschungsnationen zählt (Frietsch et al. 2008), sowie bei Elektrotechnik und speziellen Ingenieurwissenschaften aus.

Indien rangiert unter den asiatisch-pazifischen Ländern an vierter Stelle beim Anteil der Ko-Publikationen mit Deutschland (Abbildung 38), bezogen auf die relativ niedrigen Anteile an internationalen Ko-Publikationen Indiens insgesamt – Indien ko-publiziert gerade einmal 17% seiner Veröffentlichungen mit internationalen Partnern – nehmen die Ko-Publikationen mit Deutschland allerdings eine wichtige Rolle ein (Abbildung 39). Besonders intensiv wird zwischen Deutschland und Indien in der Grundstoffchemie, bei Polymeren sowie im Chemieingenieurwesen zusammengearbeitet. Auch das Feld der Mess-, Steuer-, Regeltechnik zeigt intensive Kooperationsbeziehungen.

Abbildung 39: Index der Anteile der Ko-Publikationen der Länder mit Deutschland in Relation zum Anteil der Ko-Publikationen an allen Publikationen der Länder, 2014



Lesehilfe: Die deutschen Ko-Publikationsanteile in einem Land werden in diesem Index relativiert an der gesamten Ko-Publikationsneigung (Intensität) des jeweiligen Landes. Länder, die zwar selten international ko-publizieren, bei denen Deutschland aber hohe Anteile erreicht, erhalten entsprechend hohe Werte. Länder, die zwar intensiv international ko-publizieren, bei denen Deutschland aber nur geringe Anteile an den Ko-Publikationen erreicht, werden bei diesem Index entsprechend niedrig eingestuft.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Differenziert man die Felder der Ko-Publikationen nicht nach 26, sondern nach einer Klassifikation, die unter anderem angewandte und Naturwissenschaften unterscheidet, dann stellt man fest, dass die asiatisch-pazifischen Länder mit Deutschland deutlich

seltener in den angewandten Feldern zusammenarbeiten – es finden sich Werte zwischen 7 und 24%. Demgegenüber sind die Anteile der Ko-Publikationen in angewandten Feldern mit den USA und auch mit den EU-28-Ländern deutlich höher (Abbildung 40). Offensichtlich ist das deutsche Wissenschaftssystem im Ausland insbesondere in den stärker grundlagenorientierten Feldern angesehen. Umgekehrt zeigt sich aber auch, dass gerade die für Grundlagenforschung zuständige Max-Planck-Gesellschaft eine hohe Quote an internationalen Ko-Publikationen aufweist, während beispielsweise die Fraunhofer-Gesellschaft, die für anwendungsnahe Forschung zuständig ist, stärker national kooperiert (Frietsch et al. 2016; Mund et al. 2014a; Mund et al. 2014b). Die Expertenkommission Forschung und Innovation (2012) empfahl beispielsweise in ihrem Jahresgutachten 2012, in dem ein Schwerpunktthema China bearbeitet wurde, dass gerade die angewandte Forschung bei internationalen Kooperationen zurückhalten sein sollte und der konkrete Nutzen für das deutsche Wissenschaftssystem bzw. die deutsche Wirtschaft erkennbar sein sollte.

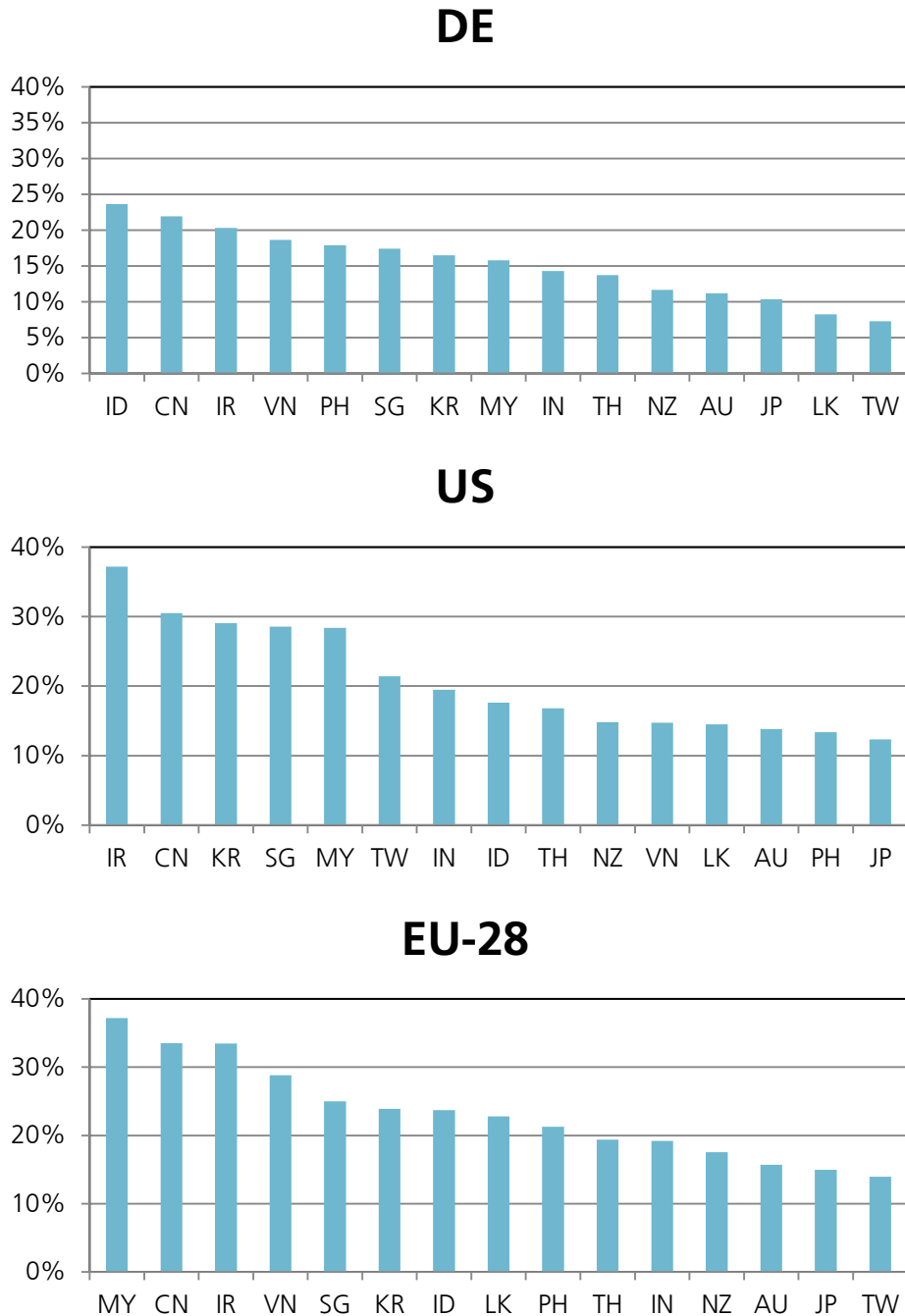
Tabelle 3: Index der Ko-Publikationsintensität Deutschlands mit den Ländern der Region nach Wissenschaftsfeldern, 2014

	AU	CN	ID	IN	JP	KR	LK	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	VN
Grundstoffchemie	84	114	58	141	97	91	0	74	64	36	129	71	85	53
Biologie	97	99	264	97	91	61	165	172	147	236	48	225	45	240
Biotechnologie	120	86	95	90	105	86	43	92	114	116	136	93	92	68
Verfahrenstechnik	56	144	49	152	72	123	0	121	48	0	123	75	61	63
Informatik	130	104	34	76	86	105	81	78	99	62	75	56	95	76
Ökologie, Klima	108	106	231	81	80	55	213	129	168	171	86	125	68	189
Elektrotechnik	55	148	0	75	103	122	177	85	44	90	164	37	100	41
Lebensmittel, Nahrung	119	79	386	109	69	49	280	270	246	0	0	350	63	0
Geowissenschaften	126	99	133	87	91	67	118	58	119	133	42	60	148	104
Geisteswissenschaften	170	53	196	37	101	72	178	189	167	272	115	74	74	166
Materialwissenschaft	60	132	45	122	104	135	41	63	46	31	124	51	63	76
Mathematik	61	104	44	115	112	155	23	106	76	35	70	98	166	144
Messen, Regeln	55	116	24	133	130	161	0	99	54	88	76	72	39	20
Maschinenbau	99	124	215	80	87	70	163	56	122	166	92	72	54	137
Medizintechnik	126	77	0	53	108	193	93	72	87	47	157	39	42	152
Medizin	117	86	92	90	108	98	94	90	103	105	133	104	86	64
Multidisziplinär	107	88	150	61	128	83	182	123	148	139	132	89	41	106
Nukleartechnik	27	120	0	85	207	186	0	0	0	0	53	46	25	77
Organ. Chemie	130	96	51	108	102	60	46	71	78	70	70	108	80	97
Andere Felder	104	110	196	84	84	63	34	130	157	224	104	108	59	150
Pharmazie	102	99	146	125	75	56	75	131	123	500	122	210	51	106
Physik	67	93	20	127	121	142	193	102	59	15	57	131	199	111
Polymere	68	158	0	144	65	74	0	74	72	0	108	133	29	45
Wirtschaftswissensch.	165	73	193	74	68	81	0	81	180	107	180	29	42	65
Andere Soz.-Wissensch.	160	74	199	65	71	79	121	233	131	185	139	78	55	104
Spez. Ing.-Wissensch.	70	134	83	102	81	124	69	134	84	59	65	112	92	119

Lesehilfe: Der Index setzt den Anteil der deutschen Ko-Publikationen mit einem Land in einem Feld ins Verhältnis zum Anteil des Feldes im Durchschnitt aller betrachteten Länder (multipliziert mit 100). Werte oberhalb von 100 liegen oberhalb des Durchschnitts, Werte unter 100 entsprechend darunter. Eingefärbt sind Werte über 130 zur schnelleren Identifikation der besonderen Schwerpunkte.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 40: Anteile der Ko-Publikationen in angewandten Forschungsfeldern* mit Deutschland, den USA und den EU-28 an allen Ko-Publikationen der asiatisch-pazifischen Länder, 2012-2014



* Zuordnung der Zeitschriften zu Natur- und angewandten Feldern nach (Archambault et al. 2016); verwendet wurden lediglich die beiden Kategorien, während für diese Darstellung die Geistes- und Sozialwissenschaften sowie die Gesundheitswissenschaften ausgeblendet wurden.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

8 Netzwerkanalyse

Die Internationalisierung von Forschung und Entwicklung ist ein zentraler Faktor der wissenschaftlichen und technologischen Leistungsfähigkeit eines Landes. Zum einen dient sie dem Austausch von Wissen über Landesgrenzen hinweg und führt zu technologischen Spill-overs. Zum anderen wird der Zugang zu internationalen Märkten und Ressourcen erleichtert.

Die ökonomische Literatur unterscheidet prinzipiell zwei unterschiedliche Motivationen für Unternehmen, zumindest Teile ihrer FuE-Aktivitäten ins Ausland zu verlagern: Dies ist erstens der Zugang zu internationalen Märkten und zweitens der Zugriff auf Ressourcen, die im eigenen Land nicht ohne weiteres verfügbar sind (Belitz et al. 2006; Cantwell/Janne 1999; Dalton/Serapio 1999; Patel/Vega 1999; UNCTAD 2005). Marktzugang impliziert dabei eine Kommerzialisierungsstrategie inklusive marktspezifischer FuE im Ausland und Anpassung von Produkten für den jeweiligen nationalen Markt. Zugriff auf Ressourcen impliziert, dass entweder besondere Preis- oder Verwaltungsvorschriften im Gastland existieren oder Unternehmen einzigartige Kenntnisse, Kompetenzen oder Infrastrukturen vorfinden, die sich in die eigene Innovationskette implementieren lassen.

Jedoch sind nicht ausschließlich Unternehmen international aktiv, sondern auch Universitäten und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen. Klassischerweise tritt hier das Motiv des Marktzugangs in den Hintergrund, während der Zugriff auf Ressourcen das dominierende Motiv darstellt. Die Internationalisierung der Wissenschaft wird häufig auf Basis bibliometrischer Daten, das heißt, auf Basis von Informationen aus wissenschaftlichen Publikationen, analysiert (Ahlgren et al. 2012; Moed et al. 2004; van Raan 1988). Speziell die Untersuchung internationaler Ko-Publikationen erlaubt eine detaillierte Beurteilung der internationalen Wissensflüsse in der Wissenschaft, da bei jeder Zusammenarbeit davon ausgegangen werden kann, dass Wissen ausgetauscht wird. Zumeist handelt es sich hierbei um implizites oder Erfahrungswissen (Polanyi 1985), das später "explizit" in Form einer Publikation festgehalten wird (Grupp 1997). Außerdem können Analysen von Ko-Publikationen Hinweise auf die Offenheit und die Attraktivität der nationalen Wissenschaftssysteme liefern (Frietsch/Wang 2007; Jeffrey/Butcher 2005; Mattsson et al. 2008; Meyer/Bhattacharya 2004; Schmoch/Qu 2009; Schmoch/Schubert 2008). Auch wenn Faktoren wie Mehrfachaffiliationen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern hier zu Verzerrungen führen können, lassen sich am Gesamtbild generelle Trends ablesen.

Aus diesem Grund werden in diesem Kapitel die Ko-Publikationstrends der asiatischen Volkswirtschaften mithilfe einer Sozialen Netzwerkanalyse (SNA) näher beleuchtet.

Soziale Netzwerkanalysen sind in der Lage, komplexe Beziehungsmuster zwischen den einzelnen Akteuren eines Netzwerks zu analysieren. Sie ermöglicht differenzierte Aussagen über die Stärke von Kooperationsbeziehungen über sogenannte "strong" bzw. "weak ties" (Granovetter 2004; Granovetter 1973). Dies ist insofern interessant, als sich laut der sozialen Netzwerktheorie die Wahrscheinlichkeit der Kooperation mit einem dritten Partner erhöht, wenn einer der beiden Kooperationspartner bereits eine Zusammenarbeit mit diesem unterhält (Rapoport 1957). Zweitens wird durch die Netzwerkanalyse deutlich, ob sich die Kooperationsbeziehungen der asiatischen Länder, insgesamt und in ausgewählten Wissenschaftsfeldern, auf ein Land oder mehrere "Kernkooperationspartner" konzentrieren oder ob differenzierte Kooperationsbeziehungen bestehen. Hierdurch entsteht ein Gesamtbild der internationalen Kooperationsstrukturen, durch das auch Gruppierungen von Akteuren innerhalb des gesamten Netzwerks identifiziert werden können.

8.1 Ergebnisse

Neben den deskriptiven Statistiken der Ko-Publikationen, die in Abschnitt 7 bereits diskutiert wurden, werden in diesem Kapitel auf Basis der Ko-Publikationen mehrere soziale Netzwerkanalysen dargestellt und interpretiert. Die SNA wurden für die Ko-Patente der Länder untereinander insgesamt und in verschiedenen Wissenschaftsfeldern durchgeführt. Vergleiche über die Zeit wurden über verschiedene Jahresscheiben erreicht, die die Darstellung einer zeitlichen Entwicklung ermöglichen.

In einem ersten Schritt der Analyse wird Asien als Aggregat behandelt, um die internationalen Ko-Publikationstrends zu beleuchten. Hier stehen die externen Kooperationspartner der Länder des asiatisch-pazifischen Raums im Vordergrund. Es stellt sich an dieser Stelle besonders die Frage, mit welchen weltweiten Partnern maßgeblich kooperiert wird. Dies ist besonders für die USA, Deutschland und die EU-28 von besonderem Interesse. Neben der Beantwortung dieser Fragestellung, hat die Aggregation der asiatischen Länder für diese Analyse auch technische Gründe: Die Vermischung der Länder mit sehr hohen Ko-Publikationszahlen, wie beispielsweise den USA, mit Ländern des asiatisch-pazifischen Raums mit vergleichsweise kleinen Ko-Publikationszahlen, wie bspw. die Philippinen, Indonesien oder Malaysia, führt im Netzwerk dazu, dass die Trends der Länder des asiatisch-pazifischen Raums untereinander von den internationalen Trends überlagert werden und nicht mehr interpretierbar sind. Daher wird in einer zweiten Reihe von Netzwerkanalysen ausschließlich auf den asiatisch-pazifischen Raum und deren Beziehungen untereinander abgestellt.

Mithilfe der Netzwerkanalyse sollen mehrere Fragen beantwortet werden:

- Hat sich die Rolle einzelner Länder im asiatisch-pazifischen Raum über die Zeit verändert? Gibt es eine solche Veränderung insgesamt oder ist sie spezifisch für bestimmte Wissenschaftsdisziplinen?
- Gibt es Gruppen von Ländern, die besonders häufig untereinander kooperieren? Beeinflussen räumliche, kulturelle und sprachliche Nähe die Kooperationsintensität zwischen verschiedenen Ländern?
- Können bestimmte Länder als zentral für das gesamte Netzwerk angesehen werden? Welchen Einfluss hat die dynamische Entwicklung Chinas auf das gesamte Netzwerk?

In Abbildung 41 sind zunächst die Netzwerkanalysen nach Ländergruppen in zwei Zeitscheiben dargestellt, die die internationalen Kooperationsstrukturen Asiens beleuchten sollen. Neben den gesamten Ko-Publikationen sind in der Abbildung auch die Ko-Publikationen nach Wissenschaftsdisziplinen enthalten, die im Folgenden diskutiert werden. In den einzelnen Grafiken ist der asiatisch-pazifische Raum stets im Zentrum abgebildet. Die Größe der Knoten sowie die Größe der Beschriftung indizieren den durchschnittlichen, gewichteten Knotengrad, also die mit den Ko-Publikationen gewichtete Anzahl der Verbindungen zu verschiedenen Ländern. Da in den aggregierten Publikationsnetzwerken alle Länder und Ländergruppen Ko-Publikationen mit allen anderen Länder/Ländergruppen aufweisen, entspricht dieses Maß in diesem Fall der Anzahl der Ko-Publikationen des jeweiligen Landes.

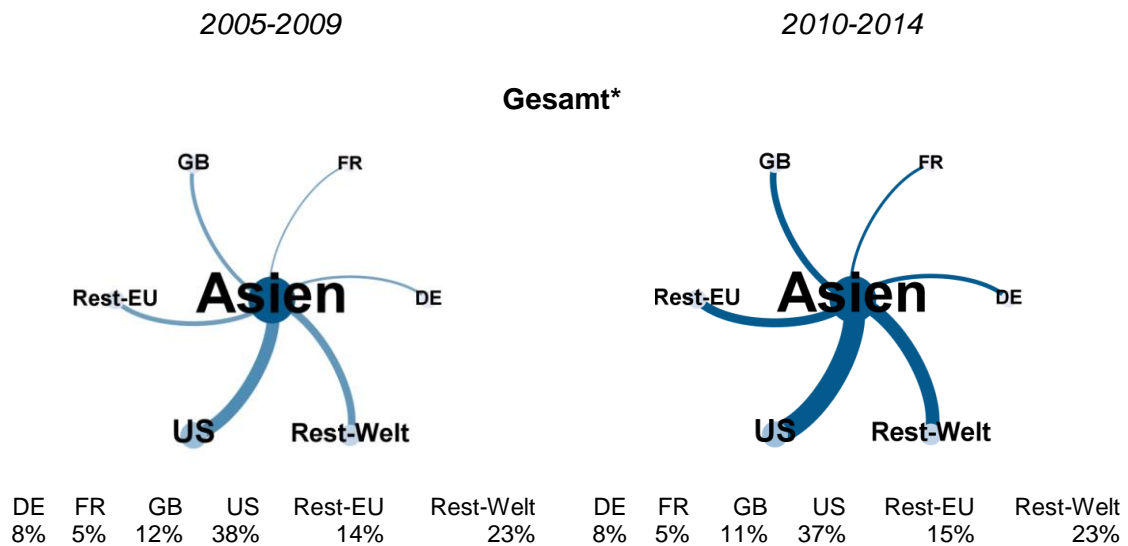
Die Dicke der Linien (Kanten) zeigt die Stärke der Verbindung, in diesem Fall die Anzahl der Ko-Publikationen, zwischen den einzelnen Ländern an. Die Knotengröße und Kantendicke sind in allen Abbildungen über die Wissenschaftsdisziplinen gleich skaliert, also untereinander vergleichbar. Einzig die Gesamtzahlen sind aus Gründen der Lesbarkeit zehnfach verkleinert dargestellt. Die Tabellen unter den einzelnen Grafiken stellen zusätzlich den Anteil der internationalen Ko-Publikationen an allen internationalen Ko-Publikationen Asiens mit dem jeweiligen Partnerland dar.

Bei den Trends aller asiatischen Ko-Publikationen wird bereits sehr gut deutlich, dass die Anzahl der Ko-Publikationen zwischen den Zeiträumen 2005 bis 2009 und 2010 bis 2014 deutlich ansteigt, was sich an der zunehmenden Dicke der Linien ablesen lässt. Auch wenn die Publikationszahlen insgesamt steigen, was Teile dieses Effekts erklärt, lässt sich trotz allem ein Trend zu einer höheren Anzahl von Ko-Publikationen Asiens erkennen. Es wird über die Zeit hinweg also verstärkt international kooperiert. Was sich über die Zeit nur sehr geringfügig ändert, ist hingegen die Intensität der Kooperation mit den jeweiligen Partnern, was sich an der Dicke der Linien sowie in den Tabellen ablesen lässt. Die USA sind und bleiben mit einem Anteil von 37% (38% in 2005 bis

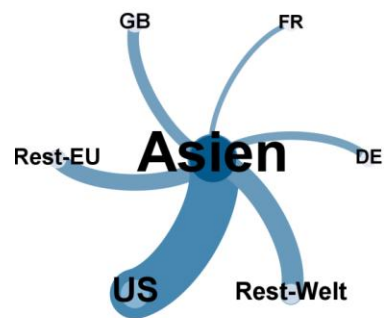
2009) der stärkste Kooperationspartner Asiens. Großbritannien kann einen Anteil von 11% (12% in 2005 bis 2009) vorweisen, Deutschland einen Anteil von 8% und Frankreich einen Anteil von 5%. Etwa 15% der Anteile entfallen auf die restlichen EU-28-Länder, wobei sich der Anteil hier um 1% im Vergleich zu 2005 bis 2009 gesteigert hat, und 23% entfallen auf die restlichen Länder weltweit.

In der Biotechnologie lässt sich auch ein Anstieg der Ko-Publikationszahlen über die Zeit erkennen. Dies ist prinzipiell in allen untersuchten Wissenschaftsfeldern der Fall, wobei der Trend in manchen Feldern wie beispielsweise dem Maschinenbau und im Bereich der Lebensmittel- und Ernährungsforschung etwas weniger stark ausgeprägt ist. Innerhalb der Biotechnologie wird im Vergleich zu den Gesamtzahlen ein Trend besonders deutlich, nämlich ein überdurchschnittlicher Fokus auf die USA als Kooperationspartner. Interessant ist hierbei, dass die Anteile der Ko-Publikationen mit Deutschland, Frankreich, Großbritannien und den restlichen EU-28-Staaten im Vergleich zu den gesamten Ko-Publikationen relativ konstant bleiben. Der hohe Anteil der Ko-Publikationen mit den USA erklärt sich also hauptsächlich über einen niedrigeren Anteil an Ko-Publikationen mit den restlichen Ländern weltweit, auch wenn dies am aktuellen Rand etwas weniger zu Buche schlägt als noch im Zeitraum 2005-2009.

Abbildung 41 SNA der Ko-Publikationen nach Ländergruppen



Biotechnologie



DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt	DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt
8%	5%	11%	45%	14%	17%	7%	5%	10%	44%	14%	19%

Informatik (ICT)



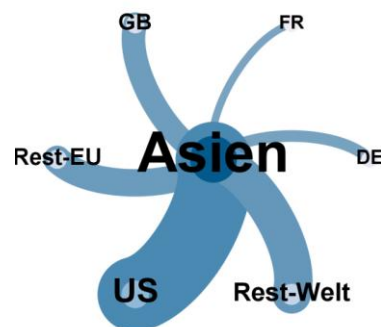
DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt	DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt
4%	4%	11%	37%	11%	33%	5%	4%	12%	37%	13%	29%

Maschinenbau



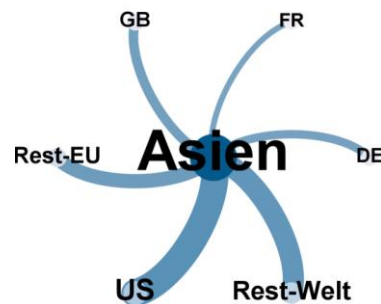
DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt	DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt
6%	4%	10%	38%	12%	29%	6%	4%	11%	38%	14%	28%

Medizin



DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt	DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt
6%	4%	14%	42%	14%	19%	6%	4%	13%	41%	15%	21%

Lebensmittel, Ernährung



DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt	DE	FR	GB	US	Rest-EU	Rest-Welt
9%	7%	12%	34%	15%	23%	10%	7%	11%	32%	16%	24%

Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad und Farbe = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X. * Skalierung im Vergleich zu Einzelfeldern zehnfach verkleinert.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Für den ICT-Bereich zeigt sich, dass deutlich weniger internationale Ko-Publikationen in Fachzeitschriften entstehen als beispielsweise in der Biotechnologie. Dies ist direkt an der Dicke der Linien erkennbar. Wie in den vorherigen Kapiteln bereits ausgeführt wurde, hängt dies aber auch damit zusammen, dass die wissenschaftliche Kommunikation im ICT-Bereich deutlich stärker durch Konferenzbeiträge geprägt ist. Da Konferenzbeiträge ein so starkes Gewicht einnehmen, werden im Umkehrschluss natürlicherweise auch weniger Zeitschriftenartikel verfasst und veröffentlicht. Interessant sind hier wiederum auch die Anteile der Ko-Publikationen mit den jeweiligen internationalen Partnern. Im Vergleich zu den gesamten Ko-Publikationen wird deutlich weniger stark mit deutschen und französischen Partnern publiziert. Großbritannien und die USA hingegen, die generell einen stärkeren Fokus auf Computertechnologien legen, sind etwa genauso stark vertreten. Für die restlichen EU-28-Staaten kann über die Zeit hinweg

ein Aufwuchs von ca. 2% verzeichnet werden, wodurch der Anteil mit 13% nur noch knapp unter dem Durchschnitt der gesamten Ko-Publikationen (14%) liegt. Somit lassen sich die vergleichsweise niedrigen Anteile der Ko-Publikationen mit Deutschland und Frankreich hauptsächlich überdurchschnittliche Anteile an Ko-Publikationen mit den restlichen Ländern weltweit erklären.

Ein ähnliches Phänomen zeigt sich für den Maschinenbau. Auch hier gibt es insgesamt deutlich weniger Ko-Publikationen als beispielsweise in der Medizin oder der Biotechnologie, was in Teilen auch über der Zahl der Publikationen insgesamt vermittelt ist. Erwähnenswert ist jedoch, dass auch hier die Anteile der Ko-Publikationen mit Deutschland mit 6% zwar etwas höher als im ICT-Bereich ausfallen, jedoch noch immer unterdurchschnittlich sind. Dies ist zunächst etwas kontraintuitiv, da Deutschland klare Stärken im Maschinenbau aufweist, wird jedoch vor dem theoretischen Hintergrund verständlich. Kooperationen entstehen häufig aus dem Motiv des Ressourcenzugangs, führen aber auch dazu, dass eigenes Wissen abfließt. In Feldern spezifischer Stärken rückt das Ressourcenzugangsmotiv stärker in den Hintergrund, was niedrigere Kooperationsanteile erklärt.

In der Medizin wiederum können insgesamt die höchsten Ko-Publikationszahlen verzeichnet werden, was jedoch auch durch die hohe Zahl der Publikationen insgesamt erklärt werden kann. Trotz allem zeigt sich auch hier über die Zeit hinweg ein starker Anstieg der Ko-Publikationen. Die USA ist mit einem Anteil von 41% (42% in 2005 bis 2009) der stärkste Kooperationspartner Asiens. Im Vergleich zu den gesamten Ko-Publikationszahlen kooperieren die asiatischen Staaten in der Medizin also überdurchschnittlich mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den USA und Großbritannien. Deutschland und Frankreich weisen unterdurchschnittliche Anteile auf.

Für den Bereich der Lebensmittel- und Ernährungsforschung zeigt sich ein etwas anderes Bild als in der Medizin. Auch hier ist die USA mit 32% zwar der stärkste Kooperationspartner Asiens, jedoch sind die Anteile im Vergleich zu den gesamten Ko-Publikationen unterdurchschnittlich, während die Anteile für Deutschland und Frankreich mit 10% bzw. 7% überdurchschnittlich sind. Im Vergleich sind Deutschland und Frankreich hier also wichtigere Kooperationspartner als in den restlichen untersuchten Feldern, was auch der Grund für die unterdurchschnittlichen Anteile der USA ist. Auch die restlichen EU-28-Staaten gewinnen im Vergleich zu den Gesamtzahlen etwas an Wichtigkeit, auch wenn sich hier nur ein Unterschied von einem Prozentpunkt verzeichnen lässt. In der Gesamtheit gesehen ist die EU-28 in diesem Feld als Partner also wichtiger als die USA. Großbritannien sowie die restlichen Länder der Welt verzeichnen nahezu gleich hohe Anteile wie bei den gesamten Ko-Publikationen.

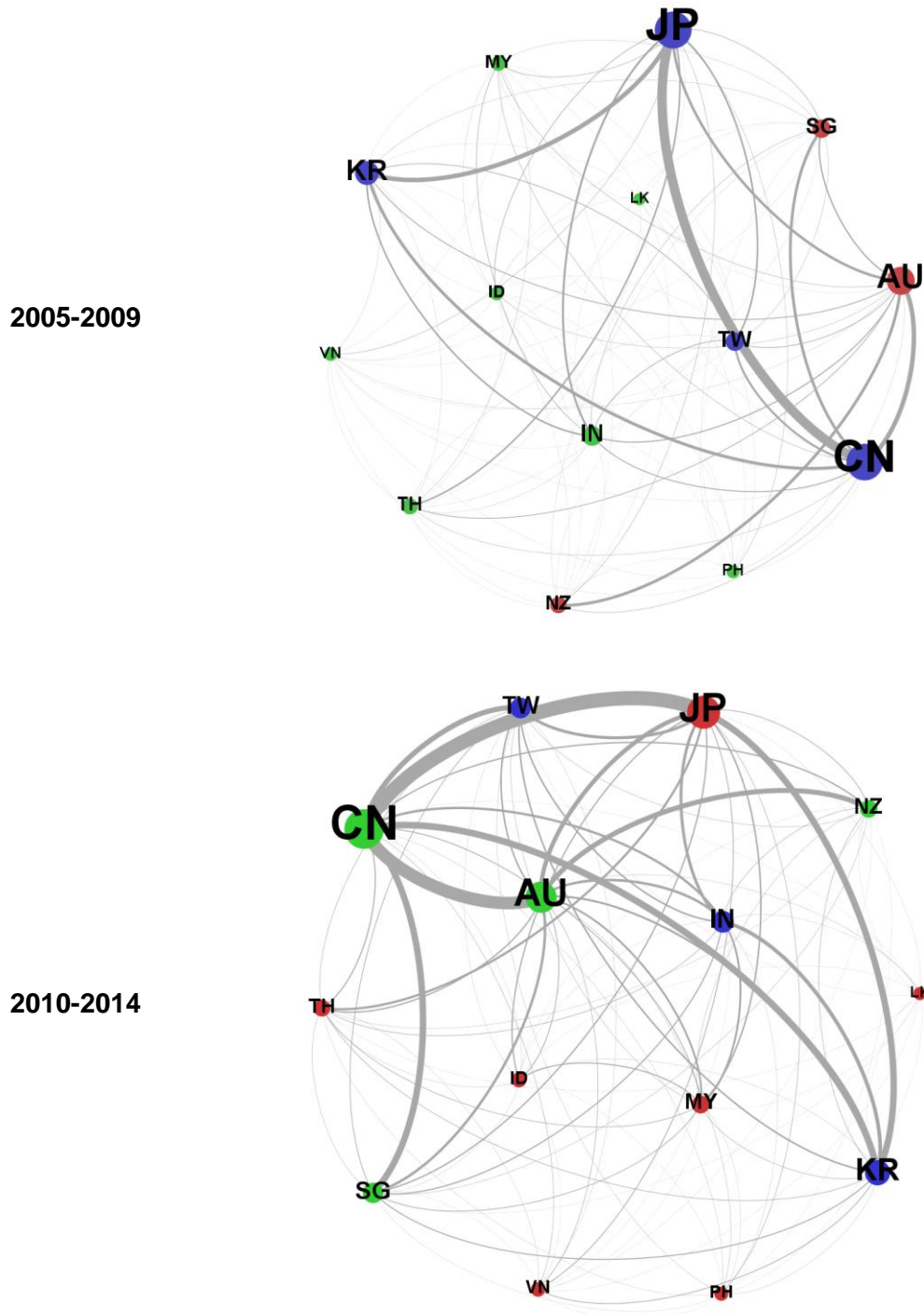
Insgesamt zeigt sich eine relativ starke US-Orientierung Asiens. Insgesamt und in allen untersuchten Disziplinen ist die USA mit einem Ko-Publikationsanteil von etwa 40% der stärkste Kooperationspartner, wobei die EU-28-Staaten in Summe auch einen Anteil von 35% bis 38% einnehmen. Innerhalb der EU ist Großbritannien der stärkste Kooperationspartner. Dies ändert sich über die Zeit jedoch leicht und Deutschland und Frankreich können etwas höhere Ko-Publikationsanteile verzeichnen. Die verbleibenden 20% bis 23% entfallen auf die restlichen Ländern weltweit.

In der nächsten Reihe von Abbildungen sind die Netzwerkanalysen der Ko-Publikationsstrukturen nach einzelnen Ländern innerhalb Asiens dargestellt. In diesen Grafiken indizieren die Größe der Knoten sowie die Größe der Beschriftung den durchschnittlichen, gewichteten Knotengrad. Die Farbe der Knoten weist auf stark miteinander verwobene Gruppen von Akteuren gemessen über die Maßzahl der Modularität hin. Gleiche Farbe steht dabei für gleiche Gruppenzugehörigkeit. Die Dicke der Linien (Kanten) zeigt wiederum die Stärke der Verbindung, in diesem Fall die Anzahl der Ko-Publikationen, zwischen den einzelnen Ländern an. Auch in diesen Netzwerken sind Knotengröße und Kantendicke in allen Abbildungen über die Wissenschaftsdisziplinen gleich skaliert und damit untereinander vergleichbar. Die Gesamtzahlen sind aus Gründen der Lesbarkeit zehnfach verkleinert dargestellt.

In Abbildung 42 ist zunächst das Netzwerk der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder insgesamt abgebildet. Die stärksten Kooperationsbeziehungen im Zeitraum 2005 bis 2009 sind zwischen China und Japan sowie Japan und Korea zu erkennen, wobei Korea auch eine relativ große Zahl an Ko-Publikationen mit China aufweist. Weitere interessante Effekte zeigen sich für Singapur und Australien. Während Singapur hauptsächlich mit China und Australien kooperiert und nur schwache Verbindungen zu Japan und Korea hat, ist Australien sehr stark mit vielen verschiedenen Partnern vernetzt. Dies ist zum einen Neuseeland, was vor allem mit räumlicher und sprachlicher Nähe erklärt werden kann. Jedoch zeigen sich auch vergleichsweise starke Verbindungen zu China, Japan, Korea, Taiwan und Thailand. Australien ist also, zusammen mit China, Japan und Korea, einer der zentralsten Akteure des Netzwerks. In Bezug auf die Modularität, also der Identifikation von Gruppen oder Gemeinden, die untereinander stärkere Verbindungen aufweisen als mit Ländern außerhalb der Gruppe, können drei Gruppen identifiziert werden, die sich sehr stark über räumliche und sprachliche Nähe charakterisieren lassen. Dies ist zum einen die Gruppe um Australien, Neuseeland und Singapur. Eine zweite Gruppe umfasst China, Japan, Korea und Taiwan, sozusagen die größeren Länder des asiatisch-pazifischen Raums – in Bezug auf Einwohnerzahl wie auch die Anzahl der Publikationen und Ko-Publikationen. Die dritte Gruppe umfasst hauptsächlich die südostasiatischen Staaten Thailand, Vietnam, Indonesien etc., wobei auch Indien zu dieser Gruppe gehört.

Betrachtet man im Vergleich den aktuelleren Zeitraum 2010 bis 2014, ist neben der wachsenden Zahl der Ko-Publikationen insgesamt besonders ein Effekt von besonderem Interesse, nämlich das Aufbrechen der Strukturen, die durch räumliche und sprachliche Nähe der Kooperationspartner vermittelt werden. Zum einen zählt China innerhalb dieses Netzwerks zur Gruppe der Länder um Australien, Neuseeland und Singapur, was besonders durch die Ausweitungen der Kooperationsbeziehungen mit Australien und Singapur erklärt werden kann. Zum anderen ist Japan in einer Gruppe zusammen mit den südostasiatischen Ländern verortet. Obwohl japanische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler noch immer häufig mit Partnern aus China und Korea publizieren, weisen sie vergleichsweise starke Beziehungen zu einer Vielzahl südostasiatischer Staaten auf. Die dritte Gruppe des Netzwerks für 2010 bis 2014 umfasst Korea, Indien und Taiwan, was vor allem durch eine Ausweitung der Kooperationsbeziehungen zwischen Korea und Indien erklärt werden kann. Abbildung 43 zeigt das Netzwerk der Ko-Publikationen des asiatisch-pazifischen Raums innerhalb der Biotechnologie. Bereits auf den ersten Blick wird deutlich, dass sich die Anzahl der Ko-Publikationen zwischen den beiden Untersuchungszeiträumen massiv vergrößert hat. Im Zeitraum 2005 bis 2009 weisen China und Japan die stärksten Kooperationsbeziehungen innerhalb des asiatisch-pazifischen Raums auf, wobei auch relativ starke Verbindungen zwischen Japan und Korea sowie Japan und Australien erkennbar sind. Eine weitere, vergleichsweise starke Verbindung kann zwischen Thailand und Japan festgestellt werden, was in anderen Feldern außer der Medizin nicht der Fall ist. Weiterhin auffällig ist auch hier die relativ starke Zentralität Australiens. Bezüglich der Gruppierungen der Länder untereinander zeigt sich ein etwas anderes Bild als in den Gesamtzahlen. Dies lässt sich besonders daran erkennen, dass keine südostasiatische Gruppe per se existiert, sondern die südostasiatischen Länder sich in unterschiedlichen Gruppen wiederfinden. Die Philippinen und Indonesien beispielsweise fallen in eine Gruppe mit Australien und Neuseeland. Auch hier lässt sich somit die Wichtigkeit räumlicher, sprachlicher oder kultureller Nähe erkennen. Malaysia auf der anderen Seite findet sich in einer Gruppe mit China, Singapur und Taiwan wieder. Die restlichen südostasiatischen Länder sind in einer Gruppe mit Japan, Korea und Indien zu finden. Im Vergleich zu den Gesamtzahlen verändert sich die Gruppenzugehörigkeit innerhalb der Biotechnologie kaum. Auch im Zeitraum 2010 bis 2014 können drei Gruppen festgestellt werden, die sich im Vergleich zu 2005 bis 2009 nur wenig ändern. Der zentrale Unterschied ist, dass, wie auch in den Gesamtzahlen, China in die Gruppe mit Australien, Neuseeland und Singapur fällt. Die südostasiatische Gruppe zusammen mit Japan und Korea bleibt weitestgehend bestehen, wobei sich eine neue Gruppe südostasiatischer Staaten um Taiwan, Indien, Sri Lanka, Malaysia und die Philippinen bildet. Insgesamt gesehen scheint räumliche und sprachliche Nähe auch am aktuellen Rand – mit Ausnahme Chinas – in der Biotechnologie eine bedeutendere Rolle zu spielen.

Abbildung 42 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, gesamt



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X. * Skalierung im Vergleich zu Einzelfeldern zehnfach verkleinert.

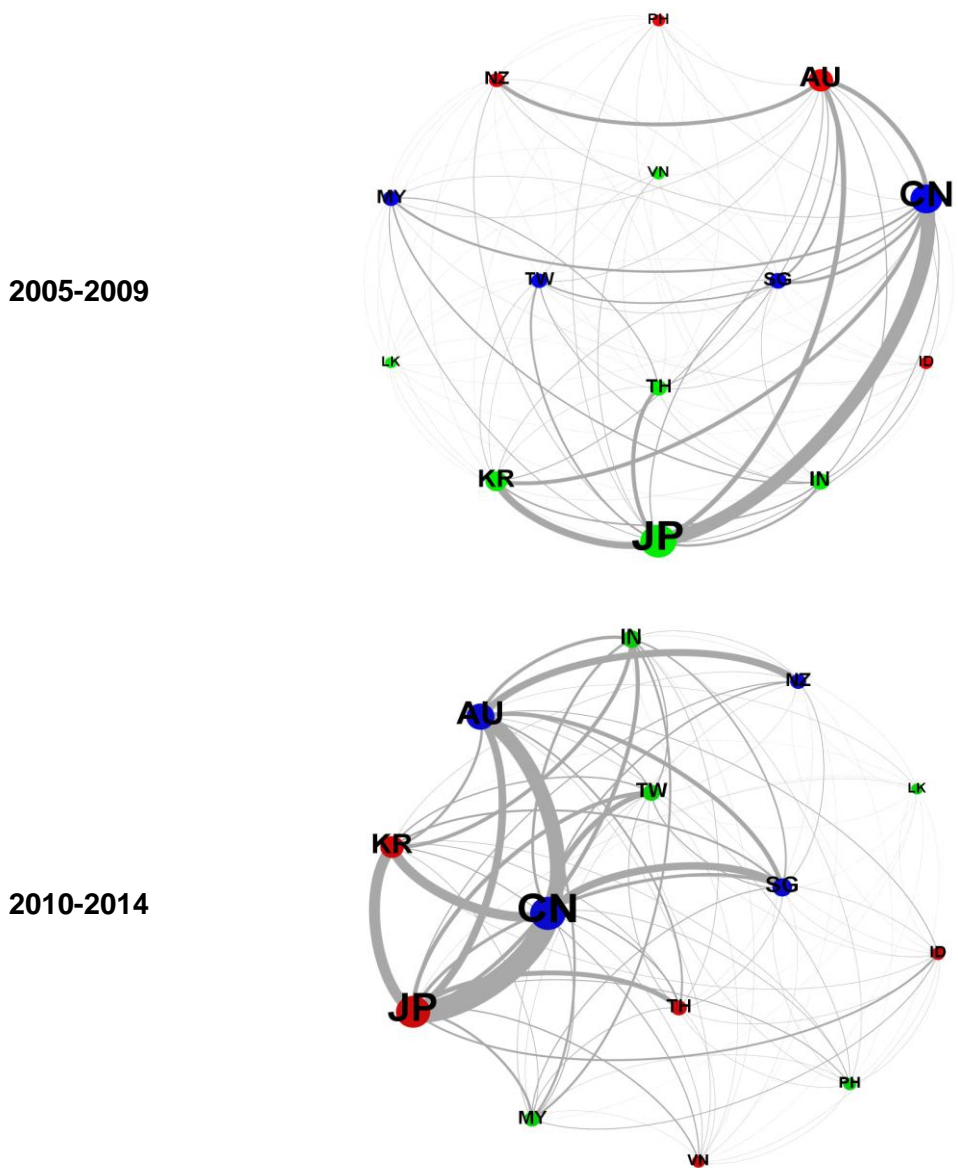
Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Im Bereich ICT (Abbildung 44) fällt erneut auf, dass die Anzahl der Ko-Publikationen geringer ausfällt als in anderen Feldern, wie beispielsweise der Biotechnologie oder der Medizin. Dies ist auch innerhalb des asiatisch-pazifischen Raums der Fall und lässt sich, wie oben bereits beschrieben, besonders über die Affinität des ICT Feldes zu Konferenzbeiträgen anstatt Zeitschriftenartikeln erklären. Trotz allem lässt sich über die Untersuchungszeiträume hinweg ein starker Zuwachs an Publikationen innerhalb des Feldes erkennen. Eine Besonderheit des ICT-Feldes im Vergleich zu anderen Feldern ist, dass die Verbindung zwischen China und Japan vergleichsweise nicht ganz so stark ausgeprägt ist und China vor allem mit Singapur und Australien ähnlich starke Verbindungen unterhält. Neben den bekannten zentralen Akteuren wie China, Japan und Korea hat auch Australien hier erneut eine zentrale Stellung. Dies trifft im ICT-Bereich jedoch auch für Singapur und Taiwan zu, was einen feldspezifischen Effekt darstellt. Auffällig ist auch, dass sich das Netzwerk im Zeitraum 2005 bis 2009 in nur zwei große Gruppen aufteilen lässt. Dies ist zum einen eine Gruppe um China, Australien, Singapur, Taiwan und Neuseeland und zum anderen eine Gruppe um Japan, Korea und die südostasiatischen Länder. Eine dritte kleine Gruppe umfasst nur die beiden Länder Indien und Malaysia. Im Zeitraum 2010 bis 2014 hingegen, ist das Netzwerk mit vier Gruppen deutlich fragmentierter als im vorigen Untersuchungszeitraum. Bei den vier Gruppen handelt es sich um die bereits im Zeitraum 2005 bis 2009 existierende größere Gruppe um China, Australien, Singapur, Taiwan und Neuseeland. Weitere kleinere Gruppen bilden sich um Japan, Thailand und die Philippinen, Korea, Vietnam und Indien und schließlich Indonesien, Malaysia und Sri Lanka. Es zeigt sich also im ICT-Bereich eine deutlich stärkere Fragmentierung als in anderen Disziplinen. Außerdem scheinen sprachliche und räumliche Nähe hier nur eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Eine vergleichsweise starke Fragmentierung der asiatischen Länder zeigt sich auch im Maschinenbau (Abbildung 45). Dies ist in dieser Disziplin bereits im Zeitraum 2005 und 2009 der Fall, wo bereits vier Gruppen existieren. Im Gegensatz zum ICT-Bereich ist besonders die Verbindung zwischen China und Japan vergleichsweise stark ausgeprägt, obwohl chinesische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler auch relativ häufig mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus Australien publizieren. Dies schlägt sich auch in der Bildung der einzelnen Gruppen des Netzwerks wider. China bildet mit Japan und Singapur eine eigene Gruppe, während Australien und Neuseeland auch eine eigene Gruppe darstellen. Eine dritte, rein südostasiatische Gruppe innerhalb des Maschinenbaus bilden Malaysia, Indonesien und die Philippinen. Die finale Gruppe ist sprachlich und räumlich gesehen eher heterogen und besteht aus Korea, dem zentralsten Akteur der Gruppe, Indien, Sri Lanka, Taiwan, Thailand und Vietnam. Im Zeitraum 2010 und 2014 bleibt der Maschinenbau relativ fragmentiert, auch wenn sich die Gruppenzugehörigkeit etwas verändert hat. Die rein chine-

sisch/japanische Gruppe, die die stärkste Verbindung im Zeitraum 2005 bis 2009 aufwies, wurde um die Länder Taiwan und Singapur erweitert, wobei die rein australisch/neuseeländische Gruppe um Thailand und Sri Lanka erweitert wurde. Korea ist nun auch in einer kleineren Gruppe mit Indien und Vietnam zu finden, während Indonesien, die Philippinen und Malaysia die vierte Gruppe bilden.

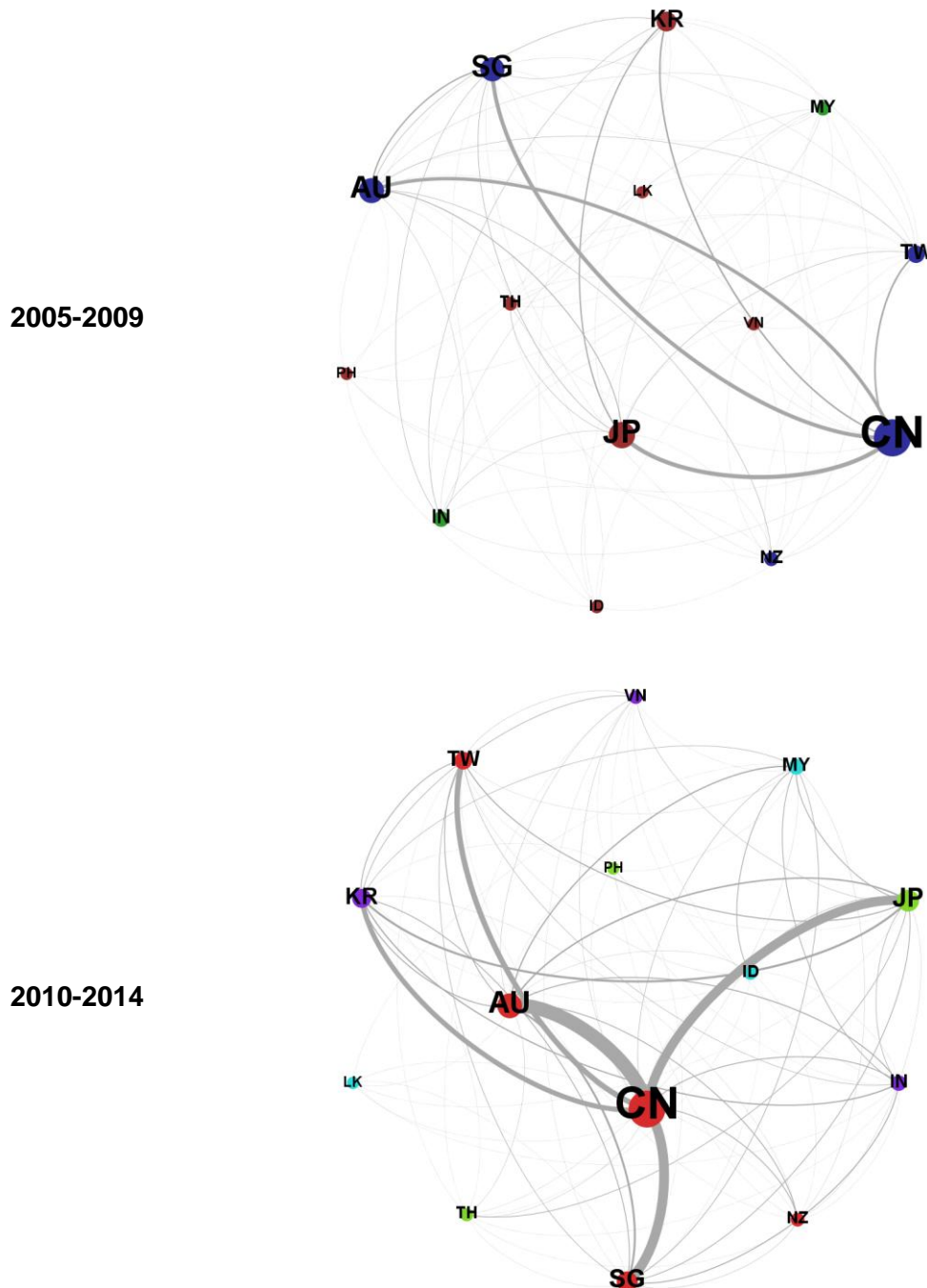
Abbildung 43 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Biotechnologie



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

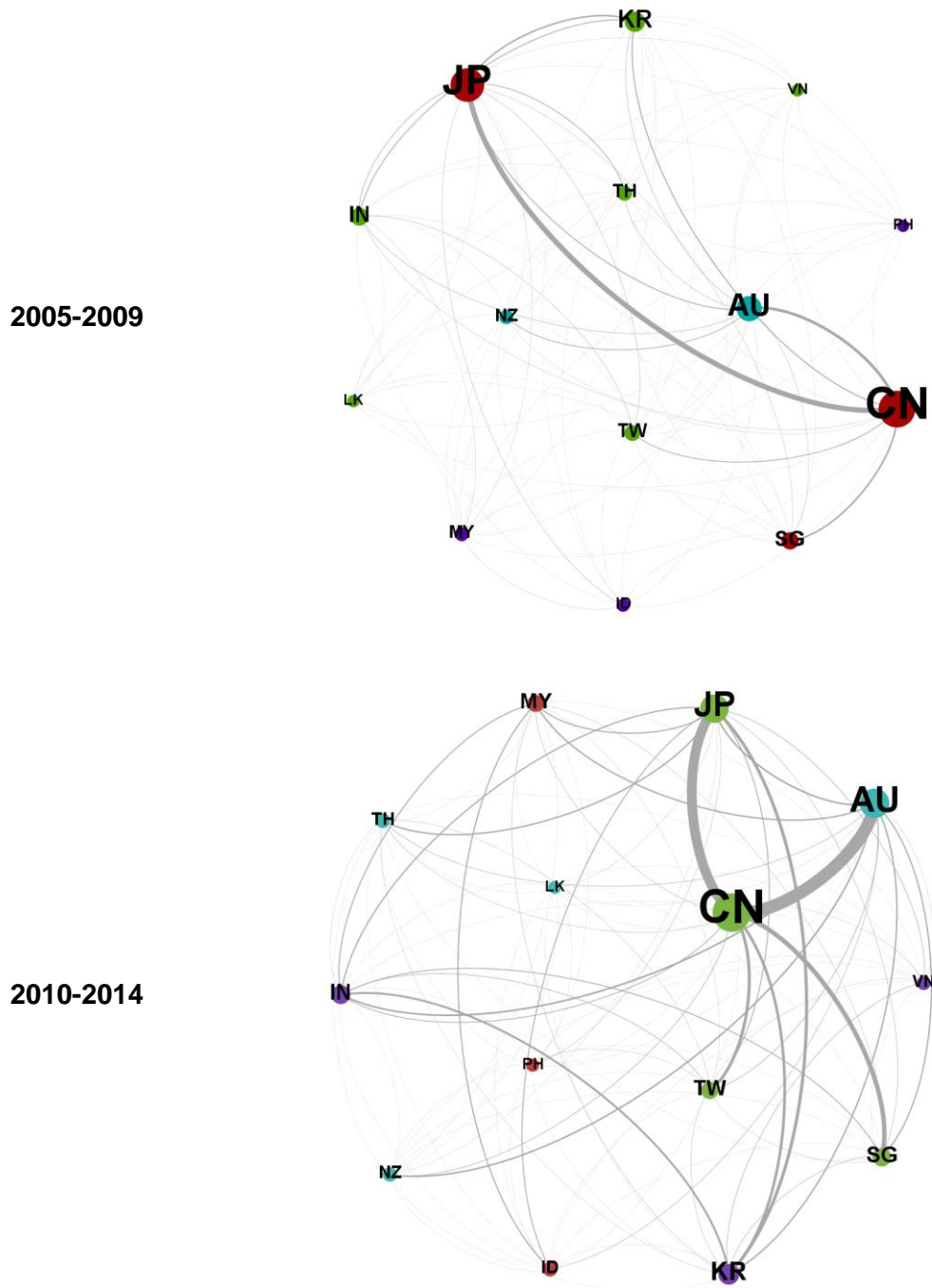
Abbildung 44 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Informatik (ICT)



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 45 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Maschinenbau



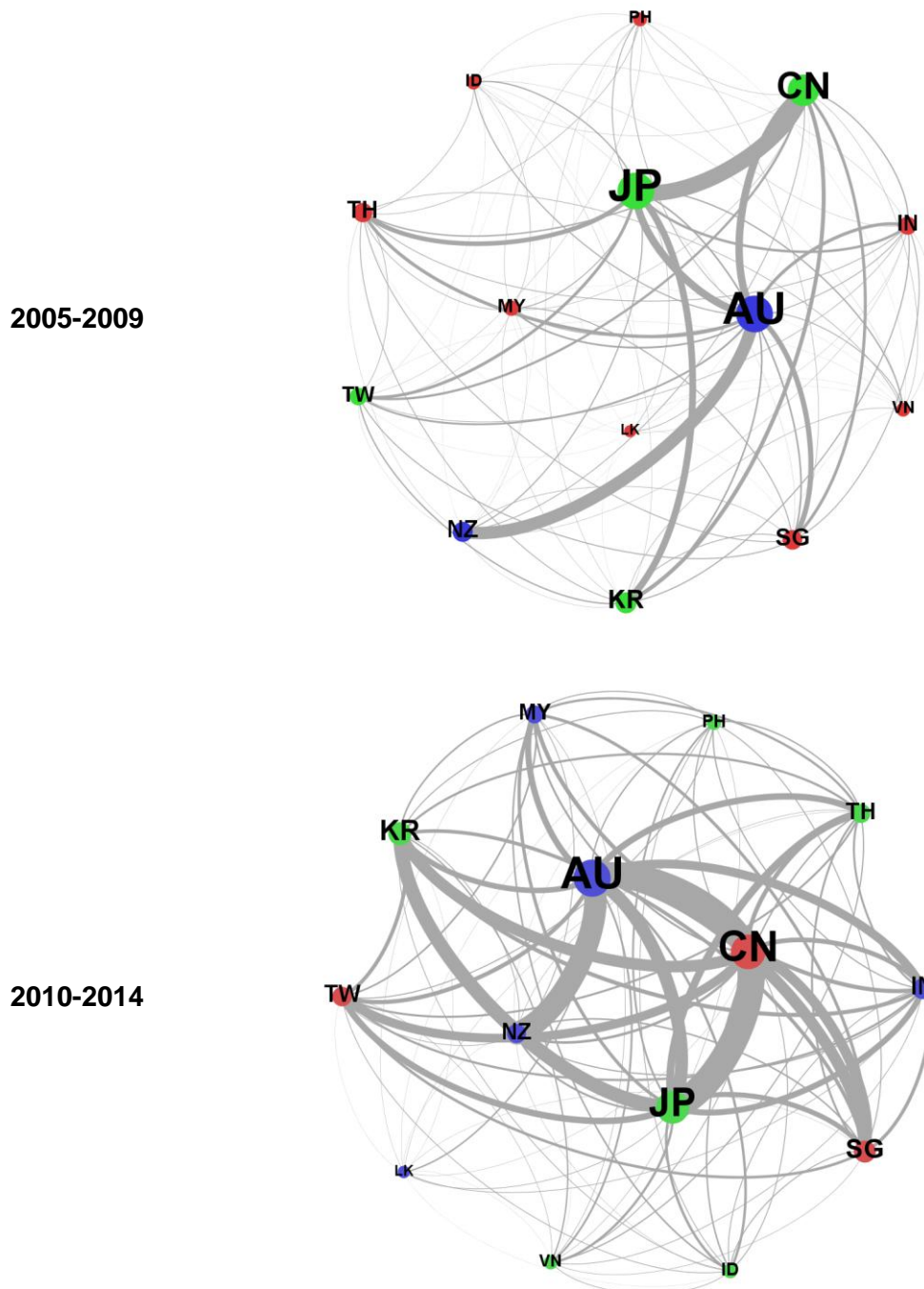
Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Die stärkste Ko-Publikationsaktivität innerhalb der untersuchten Disziplinen findet sich eindeutig in der Medizin (Abbildung 46). Dies ist jedoch nicht verwunderlich, da in der Medizin auch eine vergleichsweise hohe Anzahl von Publikationen generell zu verzeichnen ist. Australien zeigt im Netzwerk der Medizin in beiden Zeiträumen eine noch höhere Zentralität als dies in den anderen Feldern bereits der Fall war. Besonders Australiens Ko-Publikationsaktivitäten mit China, Japan, Neuseeland und Singapur sind besonders stark ausgeprägt. Die stärkste Verbindung innerhalb des Zeitraums 2005 bis 2009 besteht zwischen China und Japan. Dies ändert sich jedoch im aktuelleren Untersuchungszeitraum, wo deutlich wird, dass chinesische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler stärker als zuvor mit australischen und koreanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern kooperieren, sodass die Kooperationsintensität mit diesen beiden Ländern nahezu so hoch ist wie mit Japan. Auch Singapur, Taiwan und Neuseeland sind wichtige Kooperationspartner Chinas. Dies schlägt sich auch in der Bildung der Gruppen nieder. Während China im Zeitraum 2005 bis 2009 noch in einer Gruppe mit Japan verortet wird, ändert sich dies im Zeitraum 2010 bis 2014. Hier stellt China eine eigene Gruppe mit Taiwan und Singapur, während Japan, Korea und die südostasiatischen Länder eine andere Gruppe bilden. Die dritte Gruppe umfasst Australien, Neuseeland, Indien, Sri Lanka und Malaysia. Auch in der Medizin lässt sich also ein Aufbrechen der Strukturen räumlicher und sprachlicher Nähe erkennen.

Abbildung 47 zeigt das Netzwerk der letzten in dieser Studie betrachteten Disziplin, nämlich den Bereich der Lebensmittel- und Ernährungsforschung. Beim ersten Betrachten des Netzwerks werden zwei Dinge deutlich. Erstens erkennt man, dass weniger ko-publiziert wird als in der Biotechnologie oder der Medizin, was wiederum auch durch die Größe des Feldes erklärt werden kann. Zweitens ist auffällig, dass es im Zeitraum 2005 bis 2009 nur zwei Gruppen von Akteuren gibt, während im Folgezeitraum vier Gruppen existieren. Auch hier lässt sich also von einer Fragmentierung innerhalb des asiatischen Raums sprechen. Zwischen 2005 und 2009 bilden Japan, China, Korea, Taiwan und Vietnam eine eigene Gruppe. Die restlichen asiatischen Länder gehören einer zweiten Gruppe an. Dieses Bild ändert sich zwischen 2010 und 2014 völlig, was auch mit einer vergleichsweise starken Ausweitung der Ko-Publikationsaktivität an sich zusammenhängt. Hier bilden China, Australien und Neuseeland eine eigene Gruppe, in der Australien und China sehr zentrale Netzwerkakteure sind. Ähnliches gilt für die Gruppe Vietnam und Sri Lanka sowie die Gruppe Taiwan und Singapur, wobei hier nur Taiwan eine vergleichsweise hohe Zentralität aufweist. Die letzte Gruppe bilden Japan, Korea, die verbleibenden südostasiatischen Staaten und Indien.

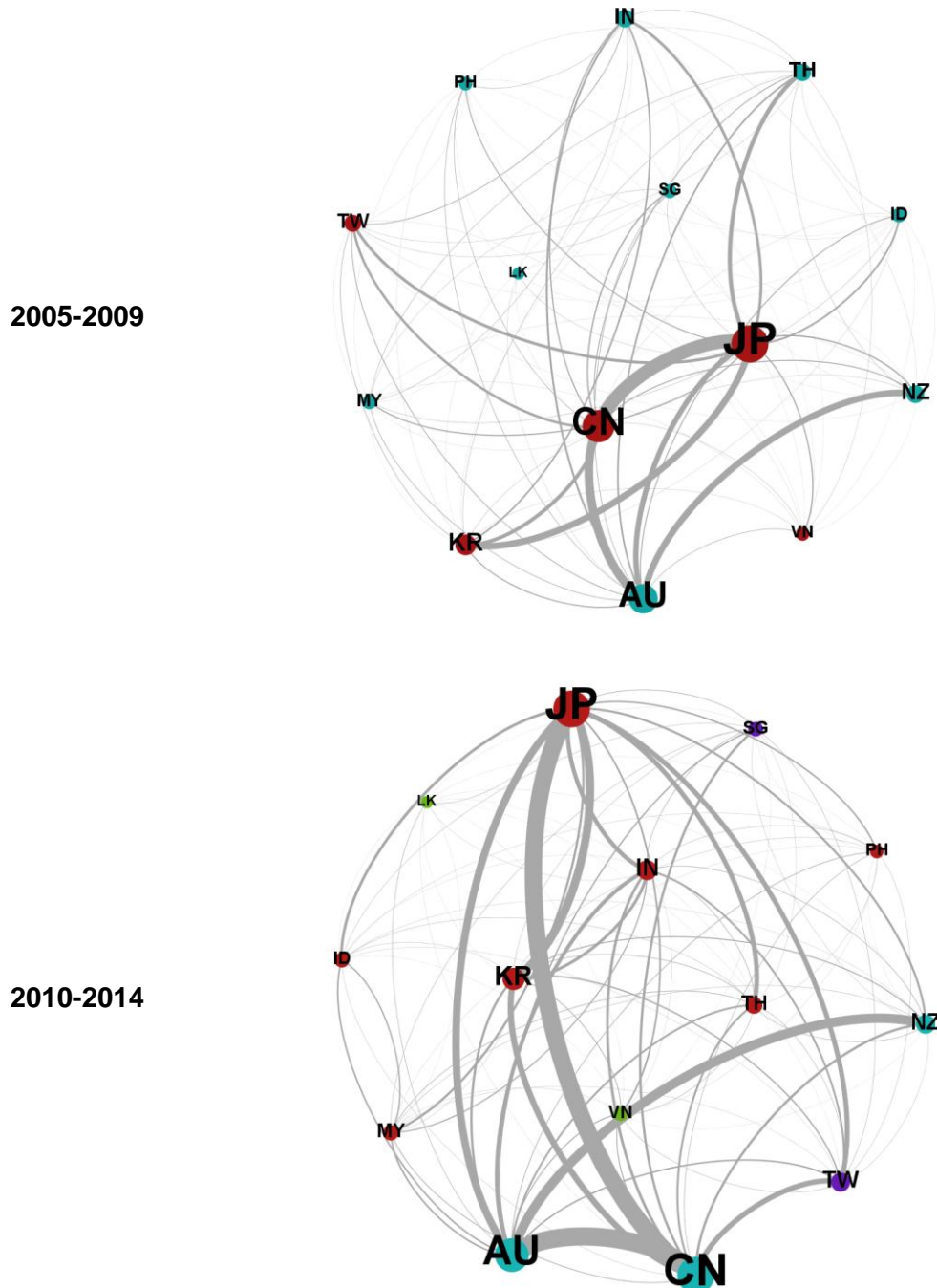
Abbildung 46 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Medizin



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier – Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 47 SNA der Ko-Publikationen innerhalb der asiatischen Länder, Lebensmittel/Ernährung



Anmerkungen: Knoten: Schriftgrad = Durchschnittlicher, gewichteter Knotengrad (average weighted degree), Farbe: Modularität, Kanten: Dicke der Linien = Anzahl Ko-Publikationen mit Partnerland X.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

In Summe der Netzwerkanalysen lassen sich zusammenfassend somit folgende generelle Trends erkennen:

1. Über die Zeit hinweg kommt es insgesamt sowie in allen untersuchten Disziplinen zu einer Ausweitung der Ko-Publikationsaktivitäten. Die meist stärkste Verbindung findet sich im ersten Untersuchungszeitraum zwischen China und Japan. Im zweiten Untersuchungszeitraum werden jedoch Australien, Singapur und Taiwan als Partner immer wichtiger. Häufig wiederkehrende Gruppen von Ländern, die besonders häufig miteinander kooperieren sind Japan, Korea und die südostasiatischen Staaten, während Australien und Neuseeland häufig eine zweite Gruppe mit anderen Staaten – am aktuellen Rand sehr häufig China, Singapur und Taiwan – bilden. Für Indien, Sri Lanka, Malaysia und Vietnam fällt eine generelle Verortung schwer. Hier scheint über die untersuchten Disziplinen hinweg kein bestimmter Länderfokus zu existieren.
2. Zwischen beiden Zeiträumen findet in einigen Feldern eine Fragmentierung des Netzwerks statt, die so in der Gesamtheit der Ko-Publikationen nicht erkennbar ist. Dies betrifft besonders den ICT-Bereich und die Ernährungs- und Lebensmittelforschung, in der Biotechnologie und der Medizin ist dies nicht der Fall. Der Maschinenbau stellt einen Spezialfall dar, in dem auch zwischen 2005 und 2009 schon eine relativ starke Fragmentierung vorherrschte.
3. Räumliche, sprachliche und kulturelle Nähe spielt am aktuellen Rand eine deutlich untergeordnete Rolle als im vorherigen Untersuchungszeitraum (2005 bis 2009). Dies scheint besonders mit der Dynamik Chinas zusammenzuhängen, das sich deutlich stärker international orientiert und verstärkt mit Australien sowie Singapur kooperiert. Es lässt sich somit eine stärkere Orientierung an den englischen Sprach- und Kulturraum erkennen. Das Gegenteil scheint für Japan und Korea der Fall zu sein. Hier findet eher eine Orientierung hin zu den südostasiatischen Ländern statt. Die Ausnahmen hier sind der ICT-Bereich – hier war China bereits im ersten Untersuchungszeitraum in einer Gruppe mit Australien zu finden – und den Maschinenbau, wo diese Neuorientierung Chinas nicht eintritt.
4. Die zentralsten Akteure innerhalb der Netzwerke sind China, Japan, Korea und interessanterweise Australien, das besonders am aktuellen Rand immer wichtiger wird und Japan und Korea bezogen auf die Zentralität für das Netzwerk in einigen Feldern verdrängt. Auch Singapur und Taiwan gewinnen im aktuellen Untersuchungszeitraum in vielen Disziplinen an Wichtigkeit.

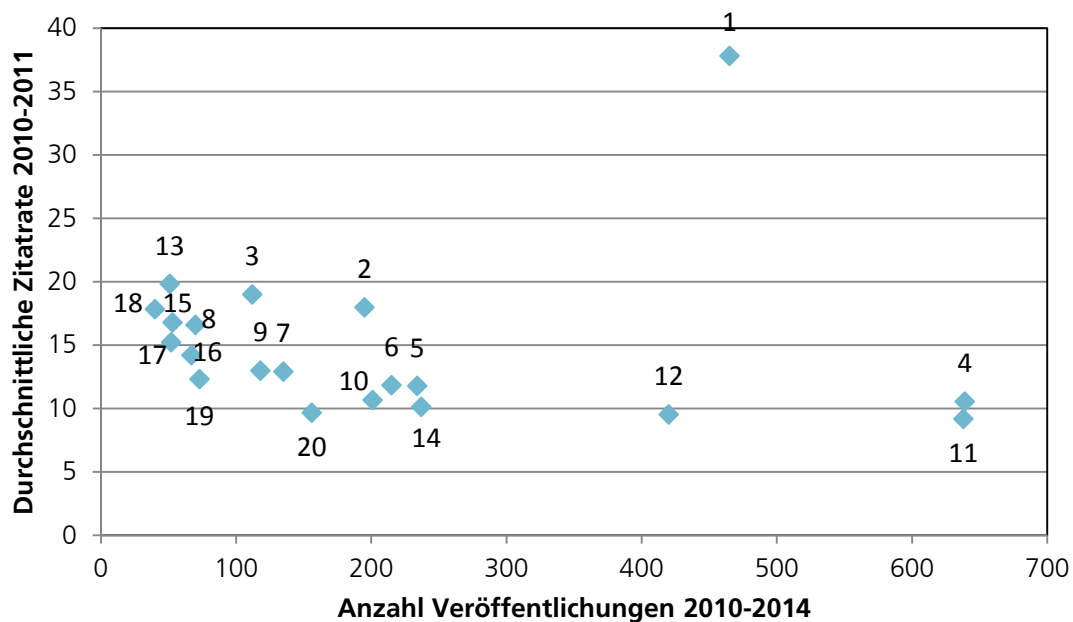
8.2 Wichtigste wissenschaftliche Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum in ausgewählten Feldern

Innerhalb des asiatisch-pazifischen Raums gibt es eine Vielzahl an Institutionen, die wissenschaftliche Publikationen hervorbringen. Dabei sind sowohl die Anzahl (Intensität) wie auch die Qualität, gemessen in Zitierungen, sehr heterogen. Um bestimmen zu können, welche Institutionen in den einzelnen Feldern als wichtig oder bedeutend gel-

ten können, werden die Institutionen anhand der Anzahl der Veröffentlichungen und anhand der Zittrate je Feld bewertet. Hierfür wird ein Ranking nach Forschungsstärke anhand von Publikationsdaten in zwei Dimensionen erstellt. Zum einen ist dies die absolute Anzahl der Publikationen innerhalb der letzten verfügbaren fünf Jahre zwischen 2010 und 2014. Die Zahl der Publikationen indiziert zunächst nur die Quantität des Forschungsoutputs der jeweiligen Einrichtung. Da jedoch nicht nur Quantität, sondern auch Qualität die Forschungsstärke für die Bedeutung der Einrichtung herangezogen werden soll, wird für die Auswahl der forschungstärksten Einrichtungen auch die durchschnittliche Zittrate der Publikationen der jeweiligen Einrichtung berechnet. Für beide Indikatoren wird jeweils eine Rangfolge erstellt und es wird anschließend das arithmetische Mittel aus den beiden Rangplätzen zur Bestimmung der Top 20 Forschungseinrichtungen mit dem geringsten Indexwert (Mittelwert der beiden Rangplätze) berechnet. Dieses Vorgehen gibt der Zittrate ein höheres Gewicht als beispielsweise eine Multiplikation der beiden Werte, wodurch die Anzahl der Veröffentlichungen ein hohes Gewicht erhalten würde. Die alleinige Nutzung der Zittrate bietet sich als Auswahlfaktor nicht an, da Institutionen mit geringen Veröffentlichungszahlen leicht hohe durchschnittliche Zitratraten erreichen können. Insofern bildet das hier gewählte Verfahren einen Mittelweg zwischen beiden Dimensionen. Ein entsprechendes Verfahren hatte sich bereits an anderer Stelle bewährt (Frietsch et al. 2014).

In Abbildung 48 bis Abbildung 52 sind die 20 forschungstärksten Einrichtungen im asiatisch-pazifischen Raum in den Bereichen Biotechnologie, Informatik, Lebensmittel, Maschinenbau und Medizin dargestellt. Es finden sich nur wenige Institute aus Ländern außerhalb der etablierten Forschungsnationen im asiatisch-pazifischen Raum unter den Top 20 Einrichtungen in den Feldern. Bei Biotechnologie betrifft dies das "Dayanand Medical College and Hospital" aus Indien. Im Bereich Informatik sind es die "Jadavpur University" aus Indien und die "Ton Duc Thang University" aus Vietnam, die zwar nur 48 Veröffentlichungen vorweisen können, aber eine hohe Zittrate erreichen. Bei Lebensmittelforschung sind es die beiden indischen Einrichtungen "Regional Research Laboratory (CSIR)" und "Anna University". Im Maschinenbau ist es mit der "Amrita Vishwa Vidyapeetham University" ebenfalls eine indische Einrichtung und im Bereich Medizin gar keine. Die Listen werden von chinesischen Einrichtungen insbesondere der Chinesischen Akademie der Wissenschaften sowie Einrichtungen aus Australien, Neuseeland, Singapur und Taiwan bestimmt.

Abbildung 48: Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Biotechnologie

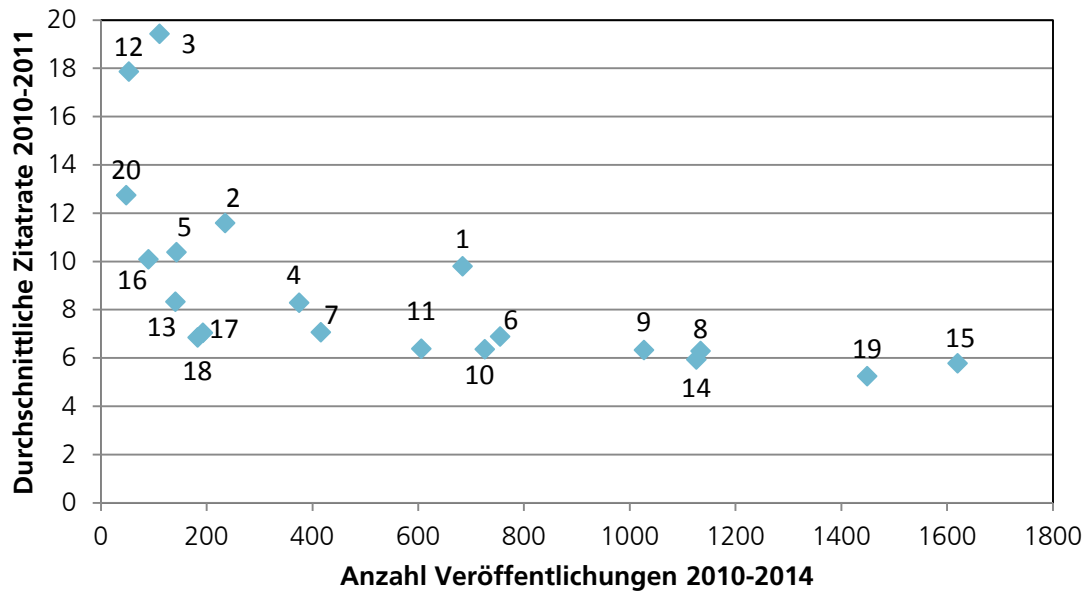


Nr.	Bezeichnung	Land
1	Tokyo Metropolitan University	JP
2	BGI-Shenzhen	CN
3	Australian Astronomical Observatory	AU
4	Swinburne University of Technology	AU
5	CSIRO	AU
6	Chinese Academy of Sciences - Shanghai Institute of Ceramics	CN
7	Korea Institute of Energy Research	KR
8	Chinese Academy of Sciences - Guangzhou Institute of Energy Conversion	CN
9	Chinese Academy of Sciences - Shanghai Astronomical Observatory	CN
10	National Center for Nanoscience and Technology	CN
11	Genome Institute of Singapore	SG
12	National Taiwan University of Science and Technology	TW
13	Dayanand Medical College and Hospital	IN
14	Landcare Research	NZ
15	Genome Institute	SG
16	China Meteorological Administration	CN
17	Jingdezhen Ceramic Institute	CN
18	BGI-Shenzhen	CN
19	Chinese Academy of Sciences	CN
20	Beijing Genomics Institute at Shenzhen	CN

* Forschungsstärke ist definiert als der Mittelwert aus den Rangplätzen der Publikationszahlen und der Zitratraten im jeweiligen Feld.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 49: Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Informatik

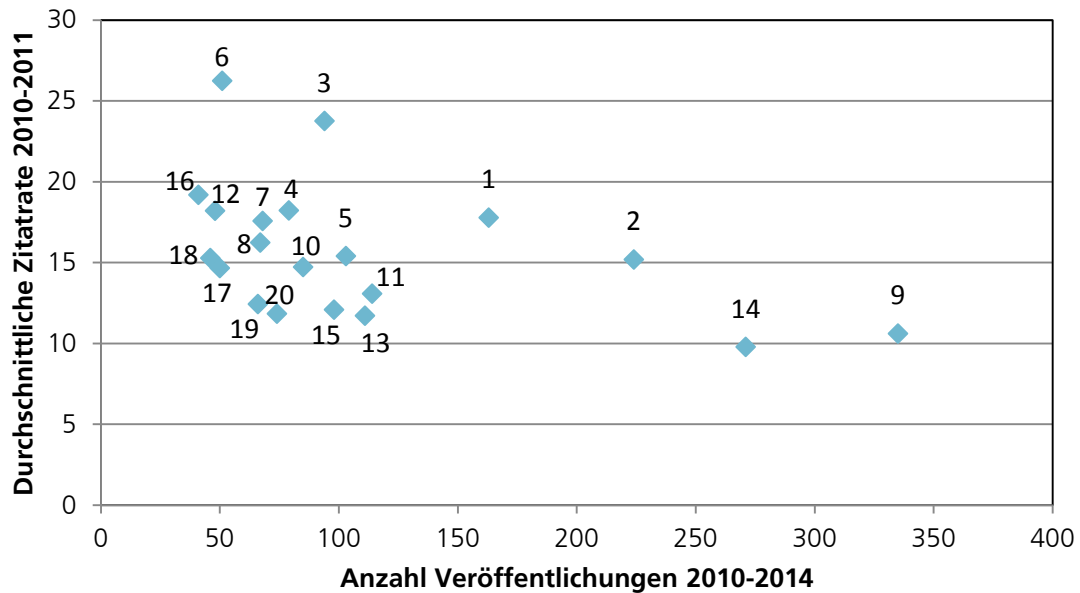


Nr.	Bezeichnung	Land
1	Swinburne University of Technology	AU
2	CSIRO	AU
3	Australian Astronomical Observatory	AU
4	Victoria University	AU
5	Chinese Academy of Sciences - Shanghai Astronomical Observatory	CN
6	University of Western Australia	AU
7	Microsoft Research Asia	CN
8	University of Queensland	AU
9	Australian National University	AU
10	Institute for Infocomm Research	SG
11	Jadavpur University	IN
12	Genome Institute of Singapore	SG
13	National Astronomical Observatory of Japan	JP
14	Monash University	AU
15	University of Sydney	AU
16	Singapore Institute of Manufacturing Technology	SG
17	Liaocheng University	CN
18	Singapore University of Technology and Design	SG
19	University of Melbourne	AU
20	Ton Duc Thang University	VN

* Forschungsstärke ist definiert als der Mittelwert aus den Rangplätzen der Publikationszahlen und der Zitratraten im jeweiligen Feld.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 50: Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Lebensmittel

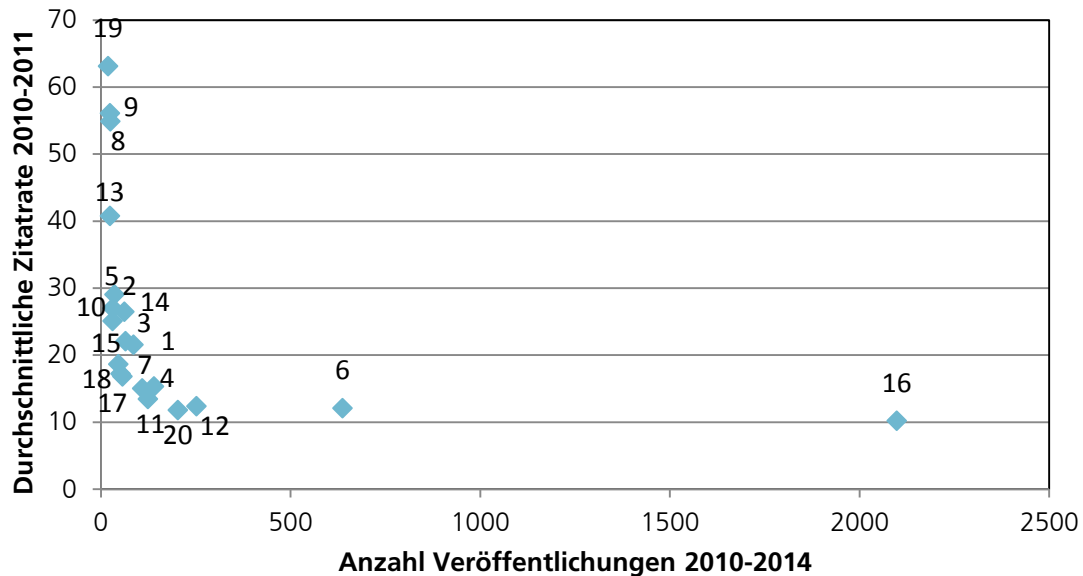


Nr.	Bezeichnung	Land
1	National Cheng Kung University	TW
2	Tsinghua Univ	CN
3	National Taiwan University of Science and Technology	TW
4	Regional Research Laboratory (CSIR)	IN
5	Chinese Academy of Sciences	CN
6	Korea Institute of Energy Research	KR
7	Hunan University	CN
8	Chinese Academy of Sciences	CN
9	Harbin Institute of Technology	CN
10	University of Science and Technology of China	CN
11	Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST)	KR
12	Tianjin Polytechnic University	CN
13	Fuzhou University	CN
14	Shandong University	CN
15	Nanyang Technological University	SG
16	Huaqiao University	CN
17	Pohang University of Science and Technology	KR
18	China University of Mining and Technology	CN
19	Chinese Academy of Sciences - Research Center for Eco-Environmental Sciences	CN
20	Anna University	IN

* Forschungsstärke ist definiert als der Mittelwert aus den Rangplätzen der Publikationszahlen und der Zitratraten im jeweiligen Feld.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 51: Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Maschinenbau

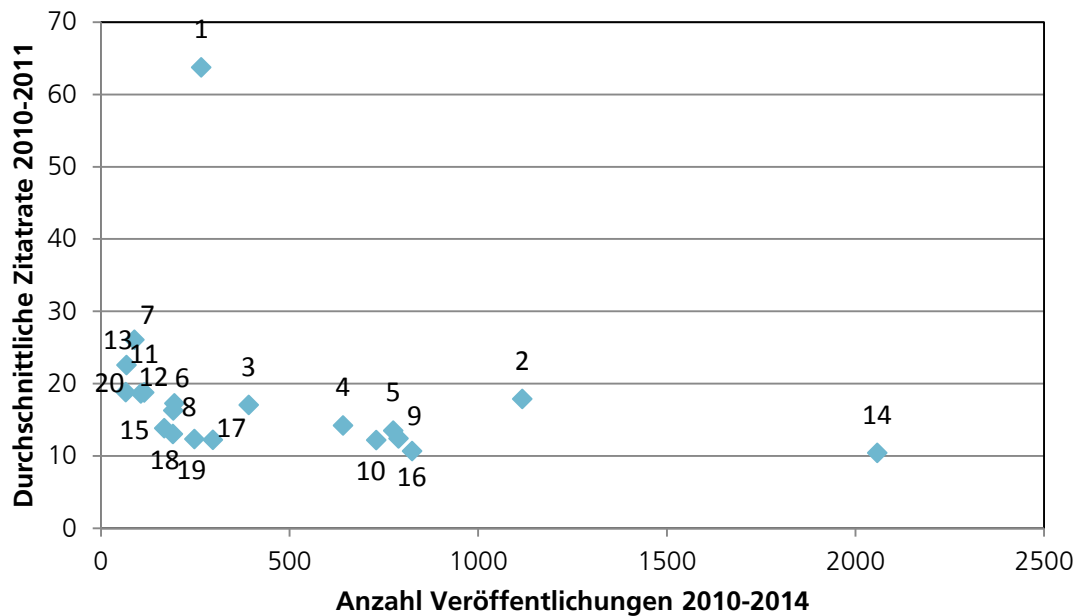


Nr.	Bezeichnung	Land
1	ARC Centre of Excellence	AU
2	East China University of Science and Technology	CN
3	Tata Institute of Fundamental Research	IN
4	Regional Research Laboratory (CSIR)	IN
5	Singapore Immunology Network	SG
6	Japan Science and Technology Agency (JST)	JP
7	Chinese Academy of Sciences - Institute of Botany	CN
8	Chinese Academy of Sciences - Shanghai Institute of Materia Medica	CN
9	Peter MacCallum Cancer Centre	AU
10	National Institute of Genetics	JP
11	Universiti Tenaga Nasional	MY
12	RIKEN	JP
13	Dalian National Laboratory for Clean Energy	CN
14	Atomic Energy Organization of Iran	IR
15	Nara Institute of Science and Technology	JP
16	University of New South Wales	AU
17	School of Medicine	JP
18	Shanghai Jiao Tong University School of Medicine	CN
19	National Defence University of Malaysia	MY
20	Chinese Academy of Sciences - Institute of Physics	CN

* Forschungsstärke ist definiert als der Mittelwert aus den Rangplätzen der Publikationszahlen und der Zitratraten im jeweiligen Feld.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

Abbildung 52: Liste der 20 forschungsstärksten* Institutionen im asiatisch-pazifischen Raum im Bereich Medizin



Nr.	Bezeichnung	Land
1	BGI-Shenzhen	CN
2	Tokyo Metropolitan University	JP
3	CAS - Institute of Metal Research	CN
4	National Center for Nanoscience and Technology	CN
5	Genome Institute of Singapore	SG
6	CAS - Institute of Plasma Physics	CN
7	DSI Building	SG
8	Christchurch School of Medicine	NZ
9	Ulsan National Institute of Science and Technology (UNIST)	KR
10	Wuhan University of Technology	CN
11	Australian Astronomical Observatory	AU
12	Microsoft Research Asia	CN
13	Xi'an Jiaotong University	CN
14	CAS -State Key Laboratory of Polymer Physics and Chemistry	CN
15	Dunedin Hospital	NZ
16	Institute of Materials Research and Engineering	SG
17	East China University of Science and Technology	CN
18	Korea Institute of Energy Research	KR
19	CSIRO	AU
20	Walter and Eliza Hall Institute of Medical Research	AU

* Forschungsstärke ist definiert als der Mittelwert aus den Rangplätzen der Publikationszahlen und der Zitatraten im jeweiligen Feld.

Quelle: Elsevier - Scopus, Berechnungen und Darstellung des Fraunhofer ISI.

9 Entwickelt sich ein (eigenständiger) asiatisch-pazifischer Forschungsraum?

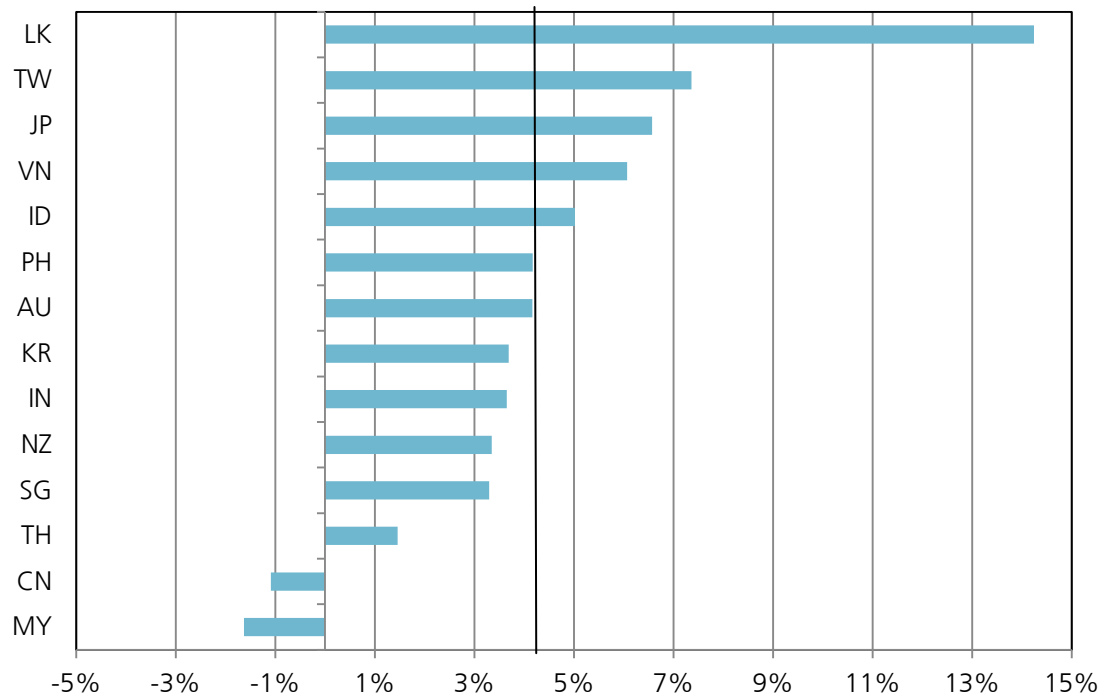
Für die Mehrheit der asiatischen Länder bleibt es eine Herausforderung, die hohen Investitionen in Wissenschaft und Forschung in Zukunft auch in messbaren Output zu verwandeln. Im Vergleich zu den europäischen bzw. nordamerikanischen Forschungsräumen zeigt sich (noch) keine Verlagerung der Innovationsstärke Richtung Asien. Allerdings lassen vorliegende Studien die Aussage zu, dass die asiatischen Länder besonders im Bereich Forschung und Entwicklung ihre Anstrengungen intensivieren und aufholen. Hier stehen besonders Korea und Japan im internationalen Vergleich weit vorne, jedoch konnten auch China sowie Taiwan und Singapur in den vergangenen Jahren deutlich zulegen.

Auf Basis dieser Überlegungen lässt sich die Frage stellen, wo Asien auf dem Weg zu einem "asiatisch-pazifischen Forschungsraum" tatsächlich steht. Dies wurde in Teilen schon im vorangegangenen Kapitel mithilfe von Netzwerkanalysen beantwortet. Hierbei stand im Fokus herauszufinden, ob einzelne Länder als "zentrale" Akteure angesehen werden können und ob sich wiederkehrend kooperierende Akteurskonstellationen herausfiltern lassen. Auch auf die Rolle Chinas, Japans und Koreas wurde hier schon detaillierter eingegangen.

In diesem Kapitel soll die Frage nach einem asiatischen Forschungsraum noch einmal von einem anderen Blickwinkel beleuchtet werden. Es wird dabei konkret analysiert, ob die asiatischen Länder verstärkt mit der Gruppe der restlichen asiatischen Länder kooperieren oder sich stärker auf nicht asiatische Forschungspartner fokussieren. Hierzu werden entsprechend die Ko-Publikationen der einzelnen asiatischen Länder mit der Gruppe der restlichen asiatischen Länder zu den Ko-Publikationen mit internationalen (also hier: nicht-asiatischen) Volkswirtschaften ins Verhältnis gesetzt. Über die Zeit analysiert liefert dieser Indikator Aufschluss darüber, ob sich ein Land stärker auf asiatische oder internationale Partner fokussiert.

Zusätzlich wird die Entwicklung der Mehrfachaffiliationen der Autorinnen und Autoren betrachtet. Steigt der Anteil an zusätzlichen Affiliationen einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers (Autorin/Autors) in anderen asiatischen Ländern, kann dies als Indiz für einen verstärkten innerasiatischen Wissensaustausch gewertet werden. Steigt wiederum der Anteil an Mehrfachaffiliationen mit externen, nicht-asiatischen Partnerländern, deutet dies auf eine stärker internationale Ausrichtung der Autorinnen und Autoren hin.

Abbildung 53: Wachstumsrate (CAGR) des Verhältnisses der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern zwischen 2000 und 2014

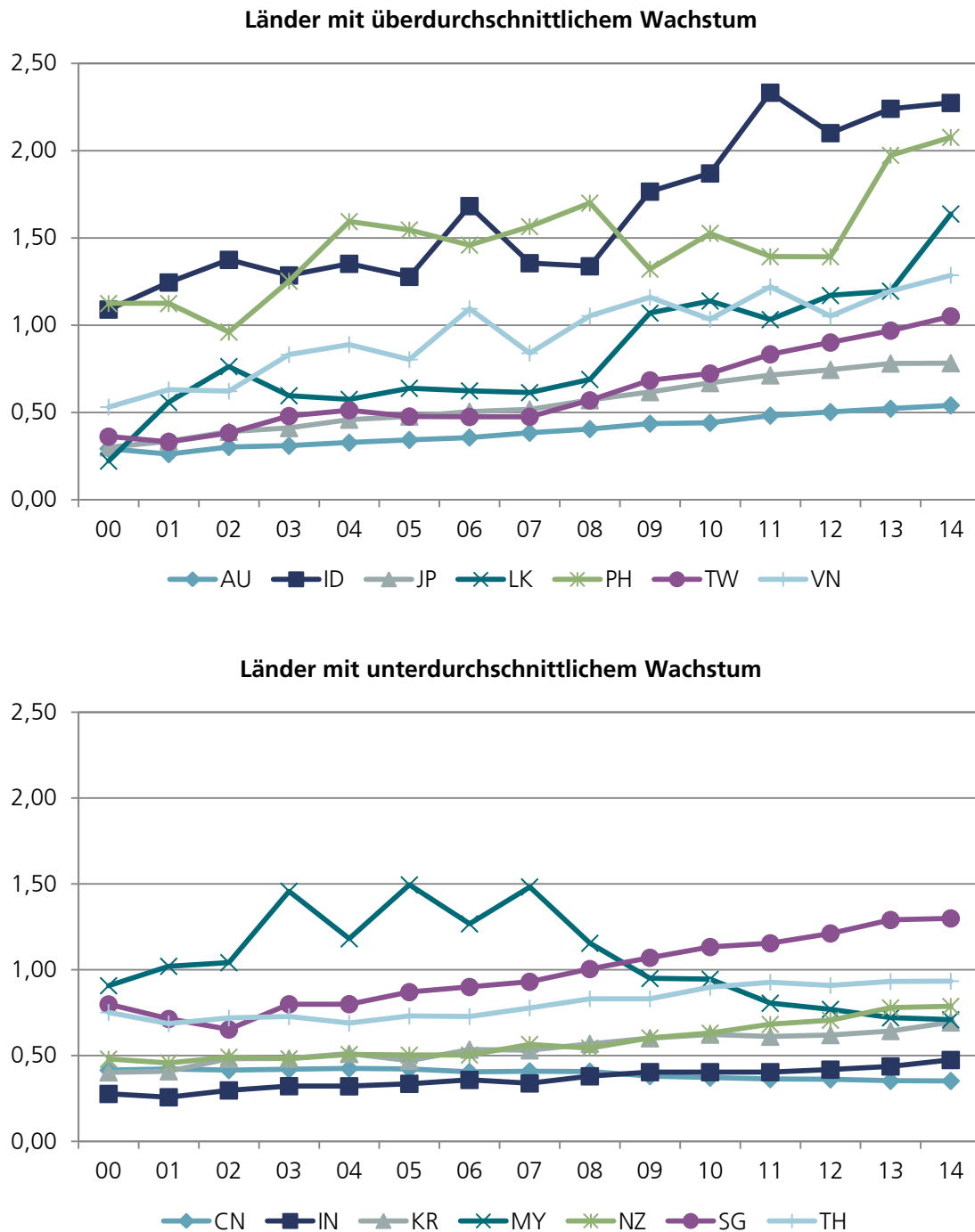


Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Abbildung 53 ist zunächst die Wachstumsrate (Compound Annual Growth Rate, CAGR) des Verhältnisses der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern zwischen den Jahren 2000 und 2014 dargestellt. Hier wird sehr gut deutlich, welche Länder sich in den letzten 15 Jahren stärker in Richtung Asien bzw. international orientiert haben. Auffällig ist, dass sich besonders die südostasiatischen Länder Vietnam, Indonesien, die Philippinen und Sri Lanka immer stärker in Richtung der anderen asiatischen Volkswirtschaften orientieren. Neben diesen Ländern zeigen allerdings besonders Japan und Taiwan, aber – wenn auch in etwas geringerem Maße – auch Korea und Australien einen stärkeren Fokus auf asiatische Partner. Auf der anderen Seite weichen besonders China und Malaysia stark von den anderen Ländern des asiatisch-pazifischen Forschungsraums ab. Hier ist eine deutlich stärkere internationale Orientierung erkennbar.

Abbildung 54: Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern



Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Um dies etwas detaillierter zu untersuchen, ist in Abbildung 54 das Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern noch einmal über die Zeit abgetragen. Zur besseren Übersichtlichkeit sind die auf diesem Indikator wachstumsstarken von den eher wachstumsschwachen Ländern getrennt dargestellt. Hier wird noch einmal der Effekt der südostasiatischen Volkswirtschaften deutlich erkennbar, die sich immer stärker in Richtung der anderen asiatischen Länder orientieren. Dies gilt in besonderem Maße für Indonesien, die Philippinen, Sri Lanka und Vietnam, also von den absoluten Publikationszahlen gesehen eher kleineren Ländern. Hinzu kommt allerdings auch der oben bereits angesprochene Effekt, dass sich besonders Japan und Taiwan auch immer stärker innerasiatisch ausrichten und auch australische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verstärkt mit asiatischen Partnern kooperieren. Dies lässt den Schluss zu, dass sich hier tatsächlich ein asiatisch-pazifischer Forschungsraum entwickelt. Diese Entwicklung scheint jedoch ohne China, Indien und Malaysia stattzufinden (untere Grafik). In diesen Ländern hat die Kooperationsintensität mit den restlichen asiatischen Ländern über die letzten Jahre stagniert oder ist rückläufig. Es wird sich also verstärkt auf nicht-asiatische Partner fokussiert. Die restlichen betrachteten Länder, also Korea, Singapur, Thailand und Neuseeland, weisen zwar niedrigere Wachstumsraten als beispielsweise Indonesien oder die Philippinen auf, zeigen aber trotz allem eine intensiviertere Orientierung in Richtung anderer asiatischer Partner.

Um zu überprüfen, ob es sich hierbei um feldspezifische Effekte handelt, d.h. ob die Orientierung hin zu den anderen asiatischen Ländern von einigen (wenigen) Wissenschaftsfeldern getrieben ist oder es sich um gesamtwirtschaftliche Effekte handelt, sind in Tabelle 4 und Tabelle 5 das Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern nach Wissenschaftsfeldern zu zwei Zeiträumen abgetragen. Zur besseren Übersichtlichkeit ist die Tabelle farblich markiert. Grüne Felder weisen darauf hin, dass sich ein Land innerhalb des Feldes sehr stark in Richtung Asien orientiert (die Zahlen befinden sich im oberen Quantil), während rote Felder auf eine eher internationale Orientierung hindeuten.

Tabelle 4: Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern, nach Wissenschaftsfeldern, 2000-2002

	AU	CN	ID	IN	JP	KR	LK	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	VN
Elektrotechnik	0,38	0,35	0,77	0,33	0,23	0,23	0,33	0,97	0,42	0,67	0,61	0,63	0,11	0,90
Verfahrenstechnik	0,47	0,51	2,00	0,27	0,55	0,53	0,38	1,13	0,63	5,00	1,01	1,17	0,67	0,29
Messen, Regeln	0,34	0,43	2,67	0,30	0,35	0,38	0,50	1,22	0,62	0,50	0,69	0,50	0,19	0,28
Maschinenbau	0,34	0,36	0,88	0,27	0,41	0,39	0,47	0,94	0,37	0,87	0,72	0,66	0,26	0,52
Materialwissenschaft	0,64	0,48	1,74	0,36	0,42	0,53	0,30	1,09	0,68	2,22	1,28	0,88	0,42	0,34
Nukleartechnik	0,78	0,56	1,33	0,39	0,22	0,67	n.a.	1,00	0,31	5,00	0,71	1,00	0,30	1,00
Polymere	0,62	0,39	n.a.	0,37	0,59	0,44	0,50	0,71	1,31	6,00	1,31	0,64	0,73	0,83
Spez. Ing.-Wissensch.	0,46	0,46	0,92	0,34	0,50	0,45	0,27	0,68	0,54	0,80	0,87	0,70	0,34	0,53
Biologie	0,35	0,53	1,63	0,31	0,64	0,60	0,45	1,05	0,45	1,26	0,88	0,96	0,57	0,62
Biotechnologie	0,25	0,41	1,53	0,23	0,26	0,42	0,62	1,77	0,46	1,49	0,67	1,06	0,33	0,85
Ökologie, Klima	0,30	0,37	0,73	0,31	0,47	0,40	0,42	0,90	0,43	0,81	0,93	0,72	0,35	0,48
Geowissenschaften	0,28	0,40	0,69	0,31	0,43	0,35	0,29	0,91	0,47	0,71	1,10	0,72	0,39	0,61
Grundstoffchemie	0,37	0,48	2,64	0,30	0,50	0,52	0,39	1,78	0,55	1,26	1,25	0,75	0,58	0,66
Organ. Chemie	0,27	0,48	2,69	0,23	0,48	0,49	0,46	1,60	0,53	1,06	1,01	1,05	0,60	0,69
Lebensmittel, Nahrung	0,41	0,44	1,20	0,20	0,82	0,50	0,40	0,49	0,34	0,94	0,95	0,88	0,43	0,33
Physik	0,36	0,49	0,90	0,36	0,35	0,58	0,48	2,04	0,52	1,64	1,14	1,00	0,62	0,59
Mathematik	0,30	0,31	1,10	0,21	0,34	0,43	0,50	0,78	0,42	0,76	0,63	0,36	0,33	0,70
Informatik	0,25	0,34	2,30	0,26	0,33	0,25	0,67	0,71	0,49	0,88	0,61	0,65	0,11	1,86
Multidisziplinär	0,19	0,18	1,33	0,28	0,16	0,47	0,00	0,67	0,56	0,67	0,81	0,44	0,23	0,00
Andere Felder	0,32	0,46	1,27	0,31	0,57	0,62	0,44	0,72	0,44	1,21	1,03	1,16	0,33	0,73
Medizin	0,25	0,41	1,24	0,25	0,27	0,38	0,47	1,21	0,47	1,14	0,58	0,68	0,34	0,61
Medizintechnik	0,23	0,38	0,43	0,24	0,33	0,55	0,33	0,55	0,55	0,58	0,59	0,36	0,22	0,44
Pharmazie	0,29	0,60	1,89	0,21	0,46	0,52	1,00	1,50	0,45	1,05	0,74	0,83	0,39	0,80
Andere Soz.-Wissensch.	0,23	0,28	0,92	0,21	0,27	0,23	0,85	0,79	0,48	0,71	0,59	0,60	0,24	0,41
Geisteswissenschaften	0,20	0,22	0,67	0,18	0,18	0,19	0,75	0,33	0,34	0,38	0,52	0,47	0,18	0,50
Wirtschaftswissensch.	0,25	0,28	2,65	0,21	0,40	0,20	0,50	0,64	0,53	0,70	0,42	0,91	0,18	0,81

Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Farbskala: grün=stark in Richtung Asien orientiert, rot=stark in Richtung nicht asiatischer Länder orientiert.

Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Tabelle 5: Verhältnis der Ko-Publikationen mit asiatischen Ländern zu den Ko-Publikationen mit nicht-asiatischen Ländern, nach Wissenschaftsfeldern, 2012-2014

	AU	CN	ID	IN	JP	KR	LK	MY	NZ	PH	SG	TH	TW	VN
Elektrotechnik	1,59	0,41	10,25	0,55	1,13	0,61	1,06	0,97	1,23	2,22	2,12	0,90	1,01	1,90
Verfahrenstechnik	1,28	0,43	4,99	0,72	1,48	0,85	1,44	1,12	0,95	4,32	1,77	1,11	1,71	1,65
Messen, Regeln	1,18	0,43	6,56	0,47	0,98	0,85	0,45	1,33	1,08	3,83	1,87	0,91	1,34	1,63
Maschinenbau	0,89	0,37	2,70	0,59	1,20	0,65	1,35	1,08	0,69	2,57	1,91	1,10	1,29	1,71
Materialwissenschaft	1,28	0,45	3,43	0,61	1,15	0,84	2,70	1,07	0,85	4,27	1,76	1,22	1,22	1,44
Nukleartechnik	1,11	0,37	3,25	0,61	0,71	0,64	n.a.	1,10	0,94	2,60	2,24	1,08	0,83	2,17
Polymere	1,34	0,41	5,80	0,58	1,47	1,00	0,88	1,10	1,15	10,50	1,36	0,73	1,98	1,95
Spez. Ing.-Wissensch.	1,07	0,39	4,15	0,60	1,29	0,74	1,62	1,09	0,89	2,90	1,83	1,13	1,20	1,91
Biologie	0,54	0,37	1,68	0,52	1,03	0,81	1,45	1,41	0,75	1,96	1,30	1,15	1,10	0,85
Biotechnologie	0,47	0,29	1,97	0,42	0,66	0,64	1,76	1,26	0,80	2,09	1,06	1,07	0,77	1,22
Ökologie, Klima	0,55	0,34	1,64	0,55	1,00	0,70	1,40	1,27	0,73	1,77	1,45	1,17	1,22	1,10
Geowissenschaften	0,53	0,36	1,85	0,53	0,90	0,76	1,40	1,26	0,75	2,01	1,71	1,35	1,28	1,21
Grundstoffchemie	0,82	0,41	3,61	0,56	1,09	0,86	2,56	1,22	0,81	2,72	1,76	1,08	1,34	0,99
Organ. Chemie	0,47	0,34	2,78	0,42	0,90	0,85	1,14	1,30	0,84	1,18	1,54	0,94	1,14	0,85
Lebensmittel, Nahrung	0,87	0,36	2,05	0,46	1,79	0,65	1,48	1,01	0,71	2,23	1,72	0,97	0,91	1,29
Physik	0,74	0,47	3,03	0,58	0,76	0,96	2,70	1,10	1,12	2,21	1,47	1,52	1,43	1,65
Mathematik	0,82	0,38	2,95	0,43	0,68	0,88	0,73	1,04	0,64	1,46	1,37	0,98	1,40	0,89
Informatik	0,90	0,39	6,43	0,41	1,05	0,62	1,32	1,13	0,80	1,76	1,80	0,86	1,07	1,74
Multidisziplinär	0,66	0,32	4,72	0,43	0,64	0,57	0,73	0,87	1,14	2,63	1,17	1,30	1,34	1,44
Andere Felder	0,60	0,30	1,91	0,47	0,90	0,65	1,35	1,07	0,79	1,95	1,33	0,95	0,82	1,20
Medizin	0,45	0,31	1,66	0,40	0,63	0,56	1,36	1,30	0,82	1,86	1,14	0,92	0,76	1,14
Medizintechnik	0,50	0,31	2,48	0,59	0,68	0,58	1,89	1,38	0,77	1,64	1,09	0,60	0,82	1,03
Pharmazie	0,50	0,29	2,22	0,39	0,80	0,73	1,30	1,41	0,78	1,62	1,21	0,92	0,81	1,22
Andere Soz.-Wissensch.	0,35	0,30	1,55	0,32	0,62	0,32	1,09	1,16	0,73	1,19	0,99	0,77	0,61	1,04
Geisteswissenschaften	0,32	0,30	1,94	0,35	0,47	0,33	1,38	1,34	0,71	1,03	0,97	0,74	0,51	2,33
Wirtschaftswissensch.	0,50	0,34	2,34	0,32	0,80	0,40	1,20	1,06	0,79	1,57	0,96	0,82	0,73	1,23

Erläuterungen: Internationale Ko-Publikationen bezeichnen alle Publikationen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei verschiedenen Ländern involviert sind. Ko-Publikationen mit Asien umfassen Veröffentlichungen, bei denen Autorinnen und Autoren aus mindestens zwei unterschiedlichen asiatischen Ländern stammen. Die Daten werden hier nach der Whole-Count-Methode gezählt.

Farbskala: grün=stark in Richtung Asien orientiert, rot=stark in Richtung nicht asiatischer Länder orientiert.

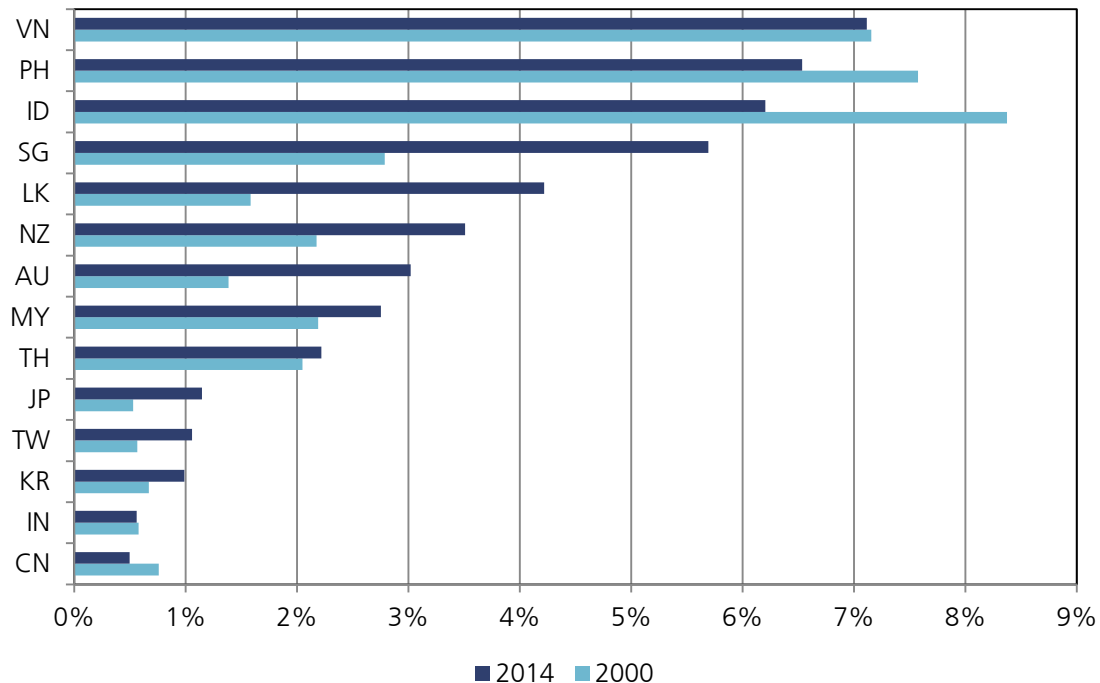
Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Aus dem Vergleich der beiden Tabellen, lässt sich relativ deutlich eine Zweiteilung über die Zeit hinweg erkennen. Auch hier bestätigen sich also die oben bereits angesprochenen Trends der Entwicklung eines asiatisch-pazifischen Forschungsraums mit Japan, Taiwan und den südostasiatischen Ländern auf der einen und der stärker internationalen Ausrichtung Chinas und Malaysias auf der anderen Seite. In diesen Ländern ist die Ausrichtung des Landes über alle Felder hinweg ähnlich ausgeprägt. Dies wird besonders am Beispiel Chinas deutlich. Während zwischen 2000 und 2002 erst einige Felder verstärkt international orientiert sind, trifft dies zwischen 2012 und 2014 auf die gesamte Bandbreite des chinesischen Wissenschaftssystems zu. Ein sehr ähnliches Bild zeigt sich für Indien, wo auch über alle Felder hinweg eine deutlich stärker internationale Orientierung festgestellt werden kann. Auf der anderen Seite zeigen besonders Indonesien und die Philippinen über fast alle Felder hinweg eine starke Orientierung hin zu den anderen asiatischen Ländern.

Etwas anders stellt sich die Situation in Japan, Taiwan, Korea, Australien und Neuseeland dar. Hier sind etwas deutlichere Feldunterschiede erkennbar. Japanische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler kooperieren besonders in der Elektrotechnik und dem Maschinenbau verstärkt mit anderen asiatischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, während in der Medizin und Pharmazie stärker international kooperiert wird. Dies gilt auch für Taiwan und Korea, wobei Taiwan grundsätzlich etwas stärker innerasiatisch orientiert ist als Korea. Auch für Australien lässt sich ein ähnlicher Trend erkennen. Besonders in der Elektrotechnik, Verfahrenstechnik und in den Materialwissenschaften wird stark mit asiatischen Partnern kooperiert, während dies für die Medizin (inkl. Medizintechnik) und die Geistes- und Sozialwissenschaften nicht der Fall ist.

In einem finalen Schritt wird zusätzlich zu den obigen Analysen die Entwicklung der Mehrfachaffiliationen der asiatischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler betrachtet. Ein steigender Anteil an zusätzlichen Affiliationen einer Wissenschaftlerin oder eines Wissenschaftlers in anderen asiatischen Ländern kann als Indiz für einen verstärkten innerasiatischen Wissensaustausch gewertet werden. Umgekehrt zeigt ein steigender Anteil zusätzlicher internationaler Affiliationen eine stärker internationale Ausrichtung der Autorinnen und Autoren.

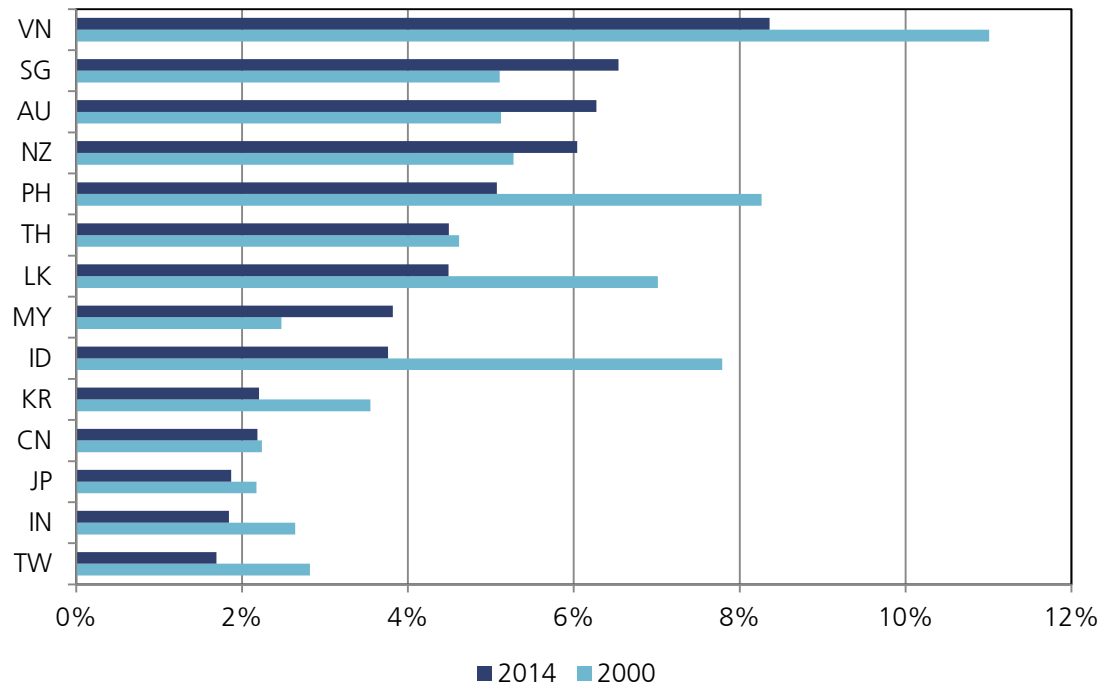
Abbildung 55: Anteil der asiatischen Autorinnen und Autoren mit mind. einer asiatischen Mehrfachaffiliation



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 55 zeigt zunächst den Anteil der asiatischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit mindestens einer zusätzlichen asiatischen Affiliation. Hier wird erneut deutlich, dass besonders südostasiatische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler eine zusätzliche asiatische Affiliation haben, auch wenn dieser Trend seit dem Jahr 2000 für die Philippinen und Indonesien etwas rückläufig ist. Hohe Anteile asiatischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit mindestens einer zusätzlichen asiatischen Affiliation zeigen sich auch in Singapur, Sri Lanka, Neuseeland und Australien. Im Gegensatz zu den Philippinen und Indonesien ist der Anteil zwischen 2000 und 2014 jedoch stark angestiegen. Diesbezüglich wird also auch hier eine stärkere Hinwendung zu den asiatischen Ländern erkennbar. Ein deutliches Wachstum ist auch für Japan und Korea erkennbar, auch wenn das Niveau hier noch nicht an die südostasiatischen Länder heranreicht. Für China und Indien wird erneut die vergleichsweise schwache Orientierung zu den anderen asiatischen Volkswirtschaften deutlich. Hier wird stärker international kooperiert.

Abbildung 56: Anteil der asiatischen Autorinnen und Autoren mit mind. einer nicht-asiatischen Mehrfachaffiliation



Quelle: Elsevier – Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zum Vergleich ist in Abbildung 56 der Anteil der asiatischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit mindestens einer zusätzlichen nicht-asiatischen Affiliation abgetragen. Vietnam zeigt hier den höchsten, jedoch über die Zeit sinkenden Anteil, die anderen südostasiatischen Länder sind aber eher auf den unteren Rängen zu finden. Hohe und steigende Anteile können für Singapur, Australien und Neuseeland verzeichnet werden. Zusammen mit den Ergebnissen aus Abbildung 55 deutet dies auf ein generelles Ausweiten der Kooperationsbeziehungen mit asiatischen sowie nicht-asiatischen internationalen Partnern hin. China verzeichnet hier höhere Werte als in der innerasiatischen Betrachtung, was wiederum die stärker internationale Ausrichtung Chinas betont.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass sich durchaus ein asiatisch-pazifischer Forschungsraum entwickelt. Dieser Trend scheint bisher noch nicht abgeschlossen, da die meisten asiatischen Volkswirtschaften ihre innerasiatischen Kooperationen ausweiten. Dies gilt allen voran für die noch vergleichsweise publikationsschwachen südostasiatischen Länder, die besonders mit ihren südostasiatischen Partnerländern kooperieren. Interessant ist hierbei die Rolle der publikationsstärkeren asiatischen Länder. Japan und Korea kooperieren über die Zeit hinweg immer stärker mit asiatischen Partnerländern, wodurch sich ein eigener asiatischer Forschungsraum bildet. Australien

und in Teilen auch Neuseeland weiten ihre Ko-Publikationsaktivitäten generell aus. Dies führt zu einer stärkeren Kooperationsintensität mit asiatischen sowie internationalen Partnern, aber auch einer Partizipation am asiatischen Forschungsraum. Wie in der Netzwerkanalyse bereits angesprochen, scheint besonders Australien hier eine Vermittlerrolle zu internationalen Partnern einnehmen zu können. Diese beiden Trends sind, zumindest in Teilen, stark von feldspezifischen Unterschieden geprägt. Besonders in der Elektrotechnik und den Ingenieurwissenschaften gewinnen asiatische Partner auch für die publikationsstarken Länder immer mehr an Bedeutung, während dies vor allem in der Medizin, der Pharmazie und in den Geistes- und Sozialwissenschaften weniger stark der Fall ist. China, sowie auch Indien, nehmen eine Sonderposition ein. China zeigt sich, relativ gesehen, als das asiatische Land, das am wenigsten mit asiatischen Partnern, dafür aber am stärksten mit internationalen, nicht-asiatischen Partnern kooperiert. Der Trend weist außerdem darauf hin, dass sich dies in Zukunft nicht ändert und die internationale Orientierung bestehen bleibt.

10 Annex: Methodische Grundlagen

10.1 Indikatoren

10.1.1 Zitatfenster

Das Zitatfenster spielt bei der Berechnung von zitatabasierten Indikatoren eine wichtige Rolle. Da die Anzahl der Zitate mit der Zeit zunimmt und ältere Publikationen dadurch mehr Zitate haben als jüngere Publikationen, ist es in der Bibliometrie üblich, die Zitatmaße für ein Dreijahresfenster zu berechnen.⁵ Dabei werden je Publikation lediglich die Zitate der folgenden drei Jahre nach der Veröffentlichung der Publikation berücksichtigt. Die Zitate der Publikationen werden in überlappenden Fenstern gezählt, beispielsweise für eine Veröffentlichung aus dem Jahr 1999 würden Zitierungen von 1999 bis 2001 gezählt und für eine Publikation aus dem Jahr 2000, Zitierungen von 2000 bis 2002 usw. Daraus ergibt sich ein stabileres und statistisch signifikanteres Bild für Vergleiche von Zitierhäufigkeiten in verschiedenen Jahren.⁶

Demnach erfolgt die Darstellung von Zitatwerten lediglich bis zum Jahr 2010, da jüngere, das heißt im Jahr 2011 oder später veröffentlichte, Publikationen noch kein vollständig auswertbares Dreijahresfenster besitzen.

10.1.2 Eigenzitate

Der Ausdruck "Eigenzitate" kann sowohl in Verbindung mit einer Autorin/Autor oder einer Gruppe oder Zeitschrift, die jeweils die eigenen Publikationen zitieren, in Verbindung gebracht werden. Üblicherweise spricht man aber von Eigenzitationen, wenn Autorinnen und Autoren ihre eigenen Publikationen zitieren. Eigenzitate können vor allem in kleinen und hochspezialisierten wissenschaftlichen Gebieten ein wichtiger Bestandteil der Referenzen sein. Für den Ausschluss von Eigenzitationen spricht, dass gerade für bibliometrische Analysen, bei denen man die Sichtbarkeit der Publikationen in der Forschungslandschaft anhand der Zitate misst, Eigenzitate die Ergebnisse verzerren können und dass die Zitiergewohnheiten bei Eigenzitationen stark nach Ländern differieren.⁷ Um eine gewisse Gleichbehandlung zwischen den Ländern in Bezug auf die Zitierungen zu erhalten, werden in dieser Studie ausschließlich Zitate ohne Eigenzitate betrachtet.

5 Vgl. Waltman und van Eck (2013)

6 Vgl. Rehn und Kronman (2008)

7 Vgl. Rehn und Kronman (2008)

10.1.3 Absolute versus fraktionierte Zählung

Eine weitere wichtige methodische Entscheidung ist, ob die Publikationen fraktioniert oder als sogenannte "whole counts" (absolute Zählung) ausgewertet werden. Wissenschaftliche Publikationen werden zunehmend von mehreren Autorinnen und Autoren aus unterschiedlichen Ländern publiziert. So wurden beispielsweise im Jahr 2006 44% aller Publikationen mit deutscher Herkunft gemeinsam mit mindestens einem ausländischen Partner verfasst (Hinze et al. 2008). Bei der Whole-Count-Zählweise der Länder wird jedem vorkommenden Land in einer Publikation einmal der Wert 1 zugewiesen, das mehrmalige Erscheinen eines Landes wird nicht berücksichtigt. Bei der fraktionierten Zählweise ergibt sich der Anteil eines Landes an einer Publikation aus der Zahl der beteiligten Institutionen des Landes. Wird eine Publikation beispielsweise von Autorinnen und Autoren aus zwei deutschen und zwei französischen Institutionen verfasst, wird diese nach der fraktionierten Zählweise Deutschland und Frankreich je zur Hälfte zugerechnet. Aus mathematisch-statistischer Sicht liegt die Verwendung der fraktionierten Zählweise nahe. Denn summiert man die einzelnen Länderanteile der fraktionierten Zählung, entspricht das Resultat der Anzahl der weltweiten Gesamtpublikationen. Summiert man die Länderanteile der Whole-Count-Zählweise, so liegt die Summe der Anteile über der Anzahl der weltweiten Gesamtpublikationen. Abgeleitete Indikatoren, die auf Grundlage der fraktionierten Zählweise ermittelt werden, können dementsprechend einfacher interpretiert werden. Aus diesem Grund wird im gesamten Bericht nur die fraktionierte Zählweise verwendet.

10.1.4 Zeitschriftenspezifische Beachtung

Auf Grundlage der zeitschriftenspezifischen erwarteten Zitatraten (JCS) wird der Indikator "Zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB, englisch: Scientific Regard – SR)" berechnet. Dieser gibt an, ob die Publikationen eines Landes/einer Region (FOrg) im Durchschnitt häufiger oder seltener zitiert werden als die Publikationen des gleichen Dokumententyps in den Zeitschriften, in denen sie erschienen sind. Auf diese Weise wird in Rechnung gestellt, dass Zeitschriften mit einem kleineren Leserkreis seltener zitiert werden, sodass jeweils ein niedrigerer Referenzwert angesetzt wird. Bei dem Indikator weisen positive Indizes auf eine überdurchschnittliche Zittrate hin.

Der Indikator berechnet sich wie folgt:

$$ZB_k = 100 \tanh \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{JCS_j(p_{ki})} \right) \right)$$

ZB_k: ZB für Land k

P_k: Anzahl Publikationen in Land/FOrg k

p_{ki}: Publikation i in Land/FOrg k

Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki}

JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift j von Publikation p_{ki}

Es wird hier also die tatsächliche Zitatrate jeder Publikation eines Landes/FOrg mit deren Erwartungswert gegenübergestellt. Der Durchschnittswert dieses Verhältnisses ergibt den ZB-Wert eines Landes.

10.1.5 Internationale Ausrichtung

In Ergänzung zur zeitschriftenspezifischen Beachtung zeigt der Indikator "Internationale Ausrichtung (IA)" an, ob die Autorinnen und Autoren eines Landes in Relation zum Weltdurchschnitt in international beachteten oder aber international weniger beachteten Zeitschriften publizieren. Durch eine hohe Quote von Publikationen in international sichtbaren Zeitschriften dokumentiert sich eine intensivere Wahrnehmung in der internationalen wissenschaftlichen Diskussion. Ähnlich wie bei dem ZB-Index verweisen auch beim IA-Index positive Werte auf eine überdurchschnittliche Ausrichtung; Werte von 0 entsprechen dem Weltdurchschnitt. Der IA-Index berechnet sich in der folgenden Weise:

$$IA_k = 100 \tanh \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \frac{JCS_j(p_{ki})}{Cit(w)}}{P_k} \right) \right)$$

IA_k: IA für Land k

P_k: Anzahl Publikationen in Land k

p_{ki}: Publikation i in Land k

Cit(w): Anzahl durchschnittliche Zitierungen gesamt (Zitatrate Welt)

JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift j von Publikation p_{ki}

Der IA-Index setzt also den Erwartungswert der Zeitschriften eines Landes mit der weltweiten durchschnittlichen Zitatrate ins Verhältnis. So wird ermittelt, ob die gewählte Zeitschrift über- oder unterdurchschnittlich viel Beachtung gemessen in Zitaten erhält. Analog zum ZB-Index wird der Durchschnittswert über alle Publikationen ermittelt, um den Wert eines Landes zu berechnen.

10.1.6 Feldspezifische Zitatrate

Die "Feldspezifische Zitatrate (FZ)" wird auf Basis der Definition des Mean Normalized Citation Score (MNCS) berechnet (siehe Waltman et al. 2011a). Dabei ist der Referenzwert, an dem die Zitate bemessen werden, der durchschnittliche Zitatwert des zugehörigen wissenschaftlichen Feldes (Lundberg 2007).

Die feldspezifische Zitatrate berechnet sich folgendermaßen:

$$FZ_k = \frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{P_k \cdot \text{FCS}_x(p_{ki})}$$

FZ_k: Feldspezifische Zitatrate für Land *k*

P_k: Anzahl Publikationen in Land *k*

p_{ki}: Publikation *i* in Land *k*

Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki}

FCS_x(p_{ki}): FCS des Feldes *x* von Publikation p_{ki}

FCS_x(p_{ki}) steht für die durchschnittliche Zitatrate der Beiträge in einem wissenschaftlichen Feld, dem die Publikation *p_{ki}* zugeordnet ist. Dabei berücksichtigt die Berechnung die Mehrfachklassifikation einiger Beiträge im WoS analog zu Waltman et al. (2011a). Jede Publikation mit Mehrfachklassifikation geht nur anteilig in die Berechnung der feldspezifischen Zitatrate ein (für die Details zur Berechnung und einem Beispiel siehe Waltman et al. 2011a).

Der Indikator wird als normalisierter Wert größer 0 wiedergegeben, wobei beispielsweise ein Wert von 1,4 bedeutet, dass die Publikationen der Untersuchungseinheit 40% über dem internationalen Durchschnitt zitiert werden. Ein Wert von z.B. 0,8 impliziert, dass die Publikationen des Untersuchungsobjekts 20% unter dem internationalen Felddurchschnitt zitiert werden.

10.1.7 Exzellenz-Rate

Die sogenannte "Exzellenz-Rate (Excellence Rate)" gibt an, wie viele der Publikationen eines Landes bzw. einer Organisationseinheit zu den "exzellenten" Publikationen weltweit gehören. Exzellenz wird hierbei über die relative Zitatrate definiert, in dem die 10% höchstzitierten Publikationen bestimmt werden.⁸ Damit es nicht zu einseitigen Effekten

⁸ Weitere Varianten dieses Indikators verwenden andere Prozentzahlen - nach Waltman und Schreiber (2013) wird als Schwellenwert am häufigsten 10% verwendet: "The focus is often on the top 10% most frequently cited publications of a field (...)"

aufgrund von Feldunterschieden (Größe, Zitierhäufigkeit etc.) kommt, werden diese 10% jeweils pro Feld (und pro Jahr) bestimmt. Alle Publikationen eines Feldes werden somit anhand ihrer Zitierungen gerankt und dann die oberen 10% selektiert.

Für ein Land oder eine Einrichtung wird dann die Schnittmenge aus eigenen Publikationen und Top-10% zur Gesamtzahl der eigenen Publikationen ins Verhältnis gesetzt:

$$ER_k = \frac{E_k}{P_k}$$

ER_k: Excellence Rate für Land/FOrg k

P_k: Anzahl Publikationen in Land/FOrg k

E_k: Anzahl Publikationen in Land/FOrg k, die zu den top 10% zitierten Publikationen weltweit gehören

Zu erwarten wäre, dass jede zehnte Publikation zu den meistzitierten Publikationen gehört, dieser Wert variiert natürlich aber je nach Aggregationseinheit. Je höher die Excellence Rate umso mehr Publikationen gehören zu den Top Publikationen weltweit.

10.1.8 Internationale Ko-Publikationen

Die Anzahl der Ko-Publikationen gibt an, bei wie vielen Publikationen ein Land mit anderen Ländern eine gemeinsame Veröffentlichung hatte. Zusammenarbeit innerhalb eines Landes wird demnach nicht gewertet.

Die Ko-Publikationen werden zum einen als Gesamtes erfasst. Hier wird gezählt, wie viele Publikationen eines Landes mit anderen Ländern verfasst wurden. Die Anzahl der Ko-Publikationen wird anders als die Gesamtpublikationszahlen nicht fraktioniert, sondern im Whole-Count-Verfahren gezählt. Die jeweiligen Zahlen geben also die Anzahl der Publikationen wieder, die in Zusammenarbeit mit anderen Ländern erfolgten. Auf diese Weise kann der Anteil der in Kooperation verfassten Publikationen berechnet werden.

Die Ko-Publikationen werden nicht fraktioniert gezählt, sodass eine Aussage, wie viele Publikationen in Kooperation entstehen, möglich wird, während bei der fraktionierten Zählweise die Interpretation deutlich komplexer ist. Eine Beispielrechnung für die unterschiedlichen Ergebnisse bei fraktioniert und Whole-Count-Berechnung ist in Tabelle 6 abgebildet.

Tabelle 6: Rechenbeispiel zum Unterschied fraktionierte und Whole-Count-Zählweise bei Ko-Publikationen

Aggregationslevel	Ko-Publikation	Wert whole count	Wert fraktioniert
Publikation #1	---	1	1
Publikation #2	3 andere Einrichtungen	1	1/4
Publikation #3	3 andere Einrichtungen	1	1/4
Publikation #4	1 andere Einrichtung	1	1/2
Publikation #5	1 andere Einrichtung	1	1/2
Gesamt	---	4 Ko-Publikationen, 5 Publikationen: 80% Ko-Publikationen	1 ½ Ko-Publikation, 2 ½ Publikationen: 60% Ko-Publikationen

Die internationalen Ko-Publikationen umfassen alle Publikationen bei denen – aus Sicht der jeweiligen Einrichtung – eine ausländische Einrichtung beteiligt war. Diese Menge inkludiert somit auch die Publikationen, bei denen sowohl aus- als auch inländische Kooperationspartner involviert sind.

10.1.9 Klassifikation

Die Publikationen werden anhand der Web-of-Science-Klassifikation, die 261 Felder beinhaltet, 26 Forschungsfeldern zugeordnet (Michels/Fu 2013). Diese Einteilung, die auch für die Berichterstattung für das BMBF im Rahmen des Monitoring des Pakts für Forschung und Innovation (PFI) sowie für die jährlichen EFI-Analysen eingesetzt wird, wird zur Differenzierung nach Disziplinen verwendet. Eine weitere Klassifikation fasst die Forschungsfelder in vier Hauptfelder zusammen: Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften, Medizin und Sozialwissenschaften. Dazu werden die Kategorien o.g. 26 Felder weiter aggregiert. Analog zu WoS existiert auch in Scopus eine Feldklassifikation auf Basis derer bestimmte Teildisziplinen zusammengefasst werden können.

Wir schlagen darüber hinaus vor, besonders auf für Deutschland relevante Wissenschaftsbereiche abzustellen und diese zusätzlich zu analysieren. Diese könnten sein:

"Material- und Leichtbau", "Elektromobilität" und "Informations- und Kommunikationstechnologien". Die exakte Definition der Teilbereiche, die in den Fokus der Analyse rücken sollen, können beim ersten "Kick-off"-Treffen mit dem Projektträger DLR festgelegt werden.

10.2 Indikatoren im Überblick

Folgende Tabelle bietet einen Überblick über die verwendeten Indikatoren.

Tabelle 7: Übersicht über verwendete Indikatoren

Indikator:	Formel:
ZB Zeitschriftenspezifische Betrachtung	$ZB_k = 100 \tan \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{P_k} \right) \right)$ <p> ZB_k: ZB für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki} JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift <i>j</i> von Publikation p_{ki} </p>
IA Internationale Ausrichtung	$IA_k = 100 \tan \left(\ln \left(\frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{JCS}_j(p_{ki})}{P_k} \right) \right)$ <p> IA_k: IA für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(w): Anzahl durchschnittliche Zitierungen gesamt (Zitatrate Welt) JCS_j(p_{ki}): JCS der Zeitschrift <i>j</i> von Publikation p_{ki} </p>

Indikator:	Formel:
FZ Feldspezifische Zittrate	$FZ_k = \frac{\sum_{i=1}^{P_k} \text{Cit}(p_{ki})}{P_k \cdot \text{FCS}_x(p_{ki})}$ <p> FZ_k: Feldspezifische Zittrate für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> p_{ki}: Publikation <i>i</i> in Land <i>k</i> Cit(p_{ki}): Anzahl Zitierungen für Publikation p_{ki} FCS_x(p_{ki}): FCS des Feldes x von Publikation p_{ki} </p>
ER Excellence Rate	$ER_k = \frac{E_k}{P_k}$ <p> ER_k: Excellence Rate für Land <i>k</i> P_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i> E_k: Anzahl Publikationen in Land <i>k</i>, die zu den top 10% zitierten Publikationen weltweit gehören </p>

10.3 Netzwerkanalysen

Ein soziales Netzwerk besteht zunächst aus einer bestimmten Anzahl von Akteuren, wobei es sich hierbei um beliebige Einheiten wie Personen, Organisationen oder Länder handeln kann, sowie eine oder mehrere Arten von Beziehungen zwischen diesen Akteuren (Brandes 2001). Die Akteure sowie ihre Beziehungen untereinander bilden das soziale Netzwerk. Im Jargon der SNA werden die Akteure innerhalb des Netzwerks als "Knoten" ("nodes") bezeichnet, während ihre Beziehungen untereinander als "Kanten" ("edges") beschrieben werden.⁹ Innerhalb der vorliegenden Analyse sind die Akteure innerhalb des sozialen Netzwerks einzelne Länder oder Ländergruppen, während die internationalen Ko-Publikationen zwischen den Ländern auf den Kanten abgetragen sind. Eine internationale Ko-Publikation ist hierbei definiert als Publikation bei der a) mehr als ein/e einzelne/einzelter Autorin/Autor benannt ist und b) mindestens zwei der genannten Autorinnen und Autoren aus unterschiedlichen Ländern stammen.

⁹ Eine Übersicht über Methoden und Anwendungen von sozialen Netzwerkanalysen findet sich in (Wasserman/Faust 1994) oder (Scott 1991).

Es werden im Wesentlichen zwei SNA-spezifische Indikatoren für die Analyse verwendet werden. Der erste dieser Indikatoren ist der durchschnittliche, gewichtete Knotengrad (average weighted degree), der ein relativ einfaches Zentralitätsmaß darstellt. Zentralitätsmaße sind essentiell für die Analyse sozialer Netzwerke, da sie Auskunft über die Position oder die Wichtigkeit eines bestimmten Akteurs für das gesamte Netzwerk liefern (Bavelas 1948; Freeman 1979; Sabidussi 1966). Der Knotengrad ist dabei nichts anderes als die Anzahl der unterschiedlichen Verbindungen (Kanten), die ein Knoten besitzt. Beim durchschnittlichen, gewichteten Knotengrad wird diese Anzahl der unterschiedlichen Verbindungen mit einem Gewicht versehen, das der Anzahl der Ko-Publikationen mit dem jeweiligen Partnerland entspricht.

Die zweite verwendete Maßzahl innerhalb der Netzwerkanalyse ist die "Modularität", mit deren Hilfe Gruppen oder "Gemeinden" – das heißt Sets stark miteinander verbundener Akteure – innerhalb eines Netzwerks entdeckt werden können (Fortunato/Castellano 2009). Gemessen über die Anzahl gemeinsamer Verbindungen der Akteure untereinander, haben die einzelnen Knoten (oder Gruppenmitglieder) innerhalb einer Gemeinde stärkere Beziehungen zueinander als zu den Mitgliedern anderer Gruppen (Fortunato/Castellano 2009). Die Modularität einer Gruppe kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen und misst die Dichte der Verbindungen innerhalb einer Gruppe im Vergleich zu Verbindungen zwischen den Gruppen (Blondel et al. 2008; Newman 2006; Newman/Girvan 2004). Im Fall gewichteter Netzwerke – hier wird die Anzahl der Ko-Publikationen als Gewichtung verwendet – ist die Modularität formal definiert als (Newman 2004):

$$Q = \frac{1}{2m} \sum_{i,j} \left[A_{i,j} - \frac{k_i k_j}{2m} \right] \delta(c_i, c_j)$$

wobei $A_{i,j}$ das Gewicht der Verbindung zwischen i und j , $k_i = \sum_j A_{i,j}$ die Summe der Gewichte der Verbindungen, die zum Knoten i gehören und c_i die Gruppe, zu der Knotenpunkt i zugeordnet ist, darstellen. Die δ Funktion ist 1 wenn ($u = v$) und 0 wenn ($u \neq v$) und $m = \frac{1}{2} \sum_{i,j} A_{i,j}$.

Da die exakte Optimierung der Modularität ein sehr rechenintensives Problem darstellt, wurde die Annäherung der Modularität von Blondel et al. (2008) für die Analyse verwendet.

Zitierte Literatur

- Ahlgren, P./Persson, O./Tijssen, R. (2012): Geographical distance in bibliometric relations within epistemic communities, *Scientometrics*, DOI: 10.1007/s11192-012-0819-1.
- Archambault, E./Beauchesne, O./Caruso, J. (2016): *Towards a Multilingual, Comprehensive and Open Scientific Journal Ontology*, Montreal: Science Metrix.
- Bavelas, A. (1948): A mathematical model for group structure, *Human Organizations*, 7, 16-30.
- Belitz, H./Edler, J./Grenzmann, C. (2006): Internationalisation of Industrial R&D. In: Schmoch, U./Rammer, C./Legler, H. (Hrsg.): *National Systems of Innovation in Comparison. Structure and Performance Indicators for Knowledge Societies*. Dordrecht: Springer.
- Blondel, V.D./Guillaume, J.L./Lambiotte, R./Lefebvre, E. (2008): Fast unfolding of communities in large networks, *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2008.
- Brandes, U. (2001): A faster algorithm for betweenness centrality, *Journal of Mathematical Sociology*, 25, 163-177.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) (Hrsg.) (2008): *Deutschlands Rolle in der globalen Wissensgesellschaft stärken. Strategie der Bundesregierung zur Internationalisierung von Wissenschaft und Forschung*. Berlin: BMBF.
- Butler, L. (2008): ICT assessment: Moving beyond journal outputs, *Scientometrics*, 74, 39-55.
- Cantwell, J./Janne, O. (1999): Technological Globalisation and Innovation Centres: the Role of Corporate Technological Leadership and Locational Hierarchy, *Research Policy*, 28, 119-144.
- Dalton, D.H./Serapio, M.G. (1999): *Globalizing Industrial Research and Development. U.S. Department of Commerce, Technology Administration*. Washington: Office of Technology Policy.
- Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.) (2012): *Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit 2012*. Berlin: EFI.

- Fortunato, S./Castellano, C. (2009): Community structure in graphs. In: Meyers, R.A. (Hrsg.): *Encyclopedia of Complexity and Systems Science, Vol. 1*. Berlin, Germany: Springer, eprint arXiv:0712.2716.
- Freeman, L.C. (1979): Centrality in social networks: Conceptual clarification, *Social Networks*, 1, 215-239.
- Frietsch, R./Gruber, S./Helmich, P./Neuhäusler, P. (2016): *Analyse bibliometrischer Indikatoren im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation*, Phasen I und II, Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Frietsch, R./Hinze, S./Tang, L. (2008): *Bibliometric data study: Assessing the current ranking of the People's Republic of China in a set of research fields* (= Discussion Paper "Innovation Systems and Policy Analysis" Nr. 15). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Frietsch, R./Neuhäusler, P./Michels, C./Dornbusch, F. (2014): *Medical Research at Universities - An International Comparison*, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 8-2014, Berlin: Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI).
- Frietsch, R./Wang, J. (2007): *Intellectual Property Rights and Innovation Activities in China: Evidence from Patents and Publications* (= Discussion Paper "Innovation Systems and Policy Analysis" Nr. 13). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Granovetter, M.S. (2004): The Impact of Social Structures on Economic Development, *Journal of Economic Perspectives*, 19, 33-50.
- Granovetter, M.S. (1973): The Strength of Weak Ties, *American Journal of Sociology*, 78, 1360-1380.
- Grupp, H. (1997): *Messung und Erklärung des Technischen Wandels - Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*. Berlin: Springer-Verlag.
- Hinze, S./Tang, L./Gauch, S. (2008): *Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2007*. (= Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2008), Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.). Berlin.
- Jeffrey, P./Butcher, J. (2005): The use of bibliometric indicators to explore industry - academia collaboration trends over time in the field of membrane use for water treatment, *Technovation*, 25, 1273-1280.

- Kinkel, S./Kleine, O./Hild, R./Dorffmeister, L./Frietsch, R./Hinze, S./Jäger, A./Lay, G./Rothenmatter, O. (2008): *Wertschöpfungs- und Innovationspotenziale deutscher Mittelständler - Strukturen, Treiber und Erfolgsfaktoren: Ergebnisse einer Studie für die Stiftung Industrieforschung und den Bundesverband der deutschen Industrie (BDI)*. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Lisée, C./Larivière, V./Archambault, E. (2008): Conference Proceedings as a Source of Scientific Information: A Bibliometric Analysis, *Journal of the American Society for Information Science*, 59, 1776-1784.
- Lundberg, J. (2007): Lifting the crown - citation z-score, *Journal for Informetrics*, 1, 145-154.
- Mattsson, P./Laget, P./Nilsson, A./Sundberg, C.-J. (2008): Intra-EU vs. Extra-EU scientific co-publication patterns in EU, *Scientometrics*, 75, 555-574.
- Meyer, M./Bhattacharya, S. (2004): Commonalities and differences between scholarly and technical collaboration: An exploration of co-invention and co-authorship analyses, *Scientometrics*, 61, 443-456.
- Michels, C./Schmoch, U. (2012): The growth of science and database coverage, *Scientometrics*, 93, 831-846.
- Michels, C./Schmoch, U. (2014): Impact of bibliometric studies on the publication behaviour of authors, *Scientometrics*, 98.
- Michels, C./Fu, J. (2013): *Systematic analysis of coverage and usage of conference proceedings in web of science* (= Discussion Paper "Innovation Systems and Policy Analysis" Nr. 33). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Moed, H.F./Glänzel, W./Schmoch, U. (Hrsg.) (2004): *Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publications and Patent Statistics in Studies of S&T Systems*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Mund, C./Conchi, S./Frietsch, R. (2014a): *3. Indikatorbericht - Bibliometrische Indikatoren für den PFI Monitoring Bericht 2015*, Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), Berlin, Karlsruhe, Bielefeld: Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung (iFQ), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und Universität Bielefeld, Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT).

- Mund, C./Conchi, S./Frietsch, R. (2014b): 4. *Indikatorbericht Bibliometrische Indikatoren für den PFI Monitoring Bericht 2015*. Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), BMBF (Hrsg.), Karlsruhe, Berlin, Bielefeld.
- Newman, M.E.J. (2004): Analysis of weighted networks, *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 70, 056131.
- Newman, M.E.J. (2006): Modularity and community structure in networks, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 8577-8582.
- Newman, M.E.J./Girvan, M. (2004): Finding and evaluating community structure in networks, *Physical Review E - Statistical, Nonlinear, and Soft Matter Physics*, 69, 026113.
- Patel, P./Vega, M. (1999): Patterns of internationalisation of corporate technology: location vs. home country advantages, *Research Policy*, 28, 145-155.
- Polanyi, M. (1985): *Implizites Wissen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Rapoport, A. (1957): Contributions to the Theory of Random and Biased Nets, *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 19, 257-277.
- Rehn, C./Kronman, U. (2008): *Bibliometric handbook for Karolinska Institutet*, Version 1.05. Stockholm: Karolinska Institutet University Library.
- Sabidussi, G. (1966): The centrality index of a graph, *Psychometrika*, 31, 581-603.
- Schmoch, U./Michels, C./Neuhäusler, P./Schulze, N. (2012): *Performance and Structures of the German Science System 2011* (= Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9-2012), Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.). Berlin.
- Schmoch, U./Qu, W. (2009): *Performance and Structures of the German Science System in an International Comparison* (= Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 6-2009), Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.). Berlin.
- Schmoch, U./Schubert, T. (2008): Are international Co-Publications an Indicator for Quality of Scientific Research?, *Scientometrics*, 74, 377.
- Schubert, T./Michels, C. (2013): Placing articles in the large publisher nations: Is there a "free lunch" in terms of higher impact?, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64, 596-611.

- Scott, J. (1991): *Social Network Analysis: A Handbook*. Los Angeles, London: Sage Publications.
- Tijssen, R./Waltman, L./van Eck, N.J. (2011): Collaborations span 1,553 kilometres, *Nature*, 473, 154.
- UNCTAD (Hrsg.) (2005): *World Investment Report 2005: Transnational Companies and the Internationalisation of R&D*. Geneva: UNCTAD.
- van Raan, A. (Hrsg.) (1988): *Handbook of quantitative studies of science and technology*. Amsterdam: North-Holland.
- Waltman, L./Van Eck, N.J./Van Leeuwen, T.N./Visser, M.S./van Raan, A.F.J. (2011a): Towards a new crown indicator: Some theoretical considerations, *Journal of Informetrics*, 5, 37-47.
- Waltman, L./Schreiber, M. (2013): On the calculation of percentile-based bibliometric indicators, *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 64, 372-379.
- Waltman, L./Tijssen, R./van Eck, N.J. (2011b): Globalisation of science in kilometres, *Journal of Informetrics*, 5, 574-582.
- Waltman, L./van Eck, N.J. (2013): Source normalized indicators of citation impact: An overview of different approaches and an empirical comparison. Centre for Science and Technology Studies, *Scientometrics*, 96, 699-713.
- Wasserman, S./Faust, K. (1994): *Social Network Analysis: Methods and Applications*. Cambridge: Cambridge University Press.