



Erfassung und Analyse bibliometrischer Indikatoren

im Rahmen des Pakt-Monitorings zum Pakt für Forschung und Innovation IV





Erfassung und Analyse bibliometrischer Indikatoren

im Rahmen des Pakt-Monitorings zum Pakt für Forschung und Innovation IV

Autoren Rainer Frietsch
 Sonia Gruber
 Knut Blind
 Peter Neuhäusler

INHALT

1. Ausgewählte Ergebnisse auf einen Blick	1
2. Einleitung.....	4
3. Ergebnisse.....	7
3.1 Ziel 1: Dynamische Entwicklung fördern.....	7
3.1.1 Die wissenschaftlichen Profile der außeruniversitären Forschungsorganisationen.....	7
3.1.2 Entwicklung der Publikationen	9
3.2 Ziel 2: Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft stärken	16
3.2.1 Open-Access-Publikationen.....	17
3.2.2 Wissenschaftliche Publikationen mit Unternehmen	18
3.2.3 Standard-relevante Publikationen.....	20
3.3 Ziel 3: Vernetzung vertiefen	22
3.3.1 Nationale und internationale Ko-Publikationen	22
3.3.2 Mehrfachaffiliationen	25
3.3.3 Interdisziplinarität.....	26
3.4 Ziel 4: Die besten Köpfe gewinnen und halten	28
3.4.1 Hochzitierte Wissenschaftler:innen	28
3.4.2 Attraktivität des Wissenschaftsstandorts Deutschland	29
3.4.3 Gleichstellung von Frauen und Männern	31
4. Methoden	35
4.1 Datenquellen.....	35
4.1.1 Scopus	35
4.1.2 Open Access Informationen über Crossref.....	36
4.1.3 Standardessenzielle Publikationen	36
4.1.4 Personen und Organisations-IDs bzw. -Disambiguierung	37
4.1.5 Klassifikationen	38
4.2 Methodisches Vorgehen	39
4.2.1 Zeitschriftenpublikationen und Konferenzbeiträge.....	39
4.2.2 Zitationen.....	39
4.2.3 Ganzzahlige vs. fraktionierte Zählweise	40
4.2.4 Identifizierung des Geschlechts	41
4.2.5 Ko-Publikationen (national/international)	41
4.2.6 Ko-Publikationen mit der Wirtschaft	42
4.2.7 Anzahl Publikationen und Anteile an der Welt	42

4.2.8	Spezialisierungs-Index.....	42
4.3	Bibliometrische Indikatoren.....	43
4.3.1	Feldspezifische Zittrate	43
4.3.2	Exzellenzrate.....	43
4.3.3	Internationale Ausrichtung und zeitschriftenspezifische Beachtung	44
4.3.4	Hochzitierte Wissenschaftler:innen (Highly Cited Researcher, HCR)	46
4.3.5	Interdisziplinarität.....	47
5.	Anhang.....	48
6.	Zitierte Literatur	53

ABBILDUNGEN

Abbildung 1:	Entwicklung der Exzellenzrate (10%) der AUF (oben) und ausgewählter Länder (unten)	1
Abbildung 2:	Anteile von OA-Publikationen (Gold+hybrid) der AUF und ausgew. Vergleichsländer, 2020	1
Abbildung 3:	Anteile nationaler und internat. Ko-Publikationen, 2020*	2
Abbildung 4:	Anteile von Referenzen auf und Zitierungen aus anderen Disziplinen, 2017	2
Abbildung 5:	Anteile von hochzitierten Wissenschaftler:innen	3
Abbildung 6:	Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen*	3
Abbildung 7:	Anteile (oben) und Spezialisierungsindex* (unten) der Fächergruppen der AUF und der Universitäten, 2018-2020	8
Abbildung 8:	Anzahl (oben) und Anteile (unten) an den gesamten deutschen Veröffentlichungen** (Zeitschriften und Konferenzen) der AUF, 2010-2020	10
Abbildung 9:	Entwicklung der Anteile an den weltweiten Veröffentlichungen (Zeitschriften und Konferenzen) Deutschlands und ausgewählter Vergleichsländer, 2010-2020	11
Abbildung 10:	Anzahl der Publikationen (Zeitschriften und Konferenzen) pro Mitarbeitende der AUF, 2010-2020	12
Abbildung 11:	Entwicklung der feldspezifischen Zittrate** der AUF und der Universitäten (oben) sowie ausgewählter Vergleichsländer (unten), 2010-2018*	13
Abbildung 12:	Entwicklung der Exzellenzrate* (10%) der AUF (oben) und ausgewählter Länder (unten)	14
Abbildung 13:	Entwicklung der zeitschriftenspezifischen Beachtung und der internationalen Ausrichtung der AUF in drei Zeiträumen (2010-2012, 2013-2015, 2016-2018)	15
Abbildung 14:	Anteile von Open-Access-Publikationen* (Gold und hybrid) der AUF	17
Abbildung 15:	Anteile von OA-Publikationen (Gold+hybrid) der AUF und ausgewählter Vergleichsländer, 2020*	18
Abbildung 16:	Gemeinsame Publikationen von und mit deutschen Unternehmen	19
Abbildung 17:	Anzahl standard-relevanter Publikationen der AUF, der Hochschulen und der deutschen Unternehmen (links) und ausgewählter Länder (rechts), 2010-2020	21
Abbildung 18:	Anteile internationaler (oben) und rein nationaler (unten) Ko-Publikationen* der AUF und der Universitäten	23

Abbildung 19:	Netzwerk der Ko-Publikationen der AUF und der Hochschulen in den Perioden 2011-2015 und 2016-2020.....	24
Abbildung 20:	Anteile von Autor:innen mit (mindestens) einer zweiten Affiliation im In- oder Ausland	25
Abbildung 21:	Anteile von Referenzen auf und Zitierungen aus anderen Fachbereichen, 2018*	27
Abbildung 22:	Anteile hochzitatierter* Wissenschaftler:innen, Publikationsjahr 2016**	29
Abbildung 23:	Anteile von Autor:innen mit einer zweiten Affiliation im Ausland – außeruniversitäre Forschungsorganisationen, Hochschulen und ausgewählte Länder im Vergleich, 2020.....	30
Abbildung 24:	Anteil Autor:innen, die zusätzlich zu der Affiliation in dem jeweiligen Land auch eine Affiliation in Deutschland haben, 2020	31
Abbildung 25:	Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen (oben) und Anteile von Publikationen mit mindestens einer Frau* (unten) unter allen Publikationen der AUF und der Universitäten	32
Abbildung 26:	Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen nach Ländern, 2020	33
Abbildung 27:	Feldspezifische Zitatrate der Publikationen mit mindestens einer Frau unter den Autor:innen, 2018	34

TABELLEN

Tabelle 1:	Anteile der Autor:innen der AUF und der Hochschulen sowie der Unternehmen mit mehr als einer Affiliation nach Zweitaffiliation, 2018-2020.....	26
------------	--	----

ANHANG

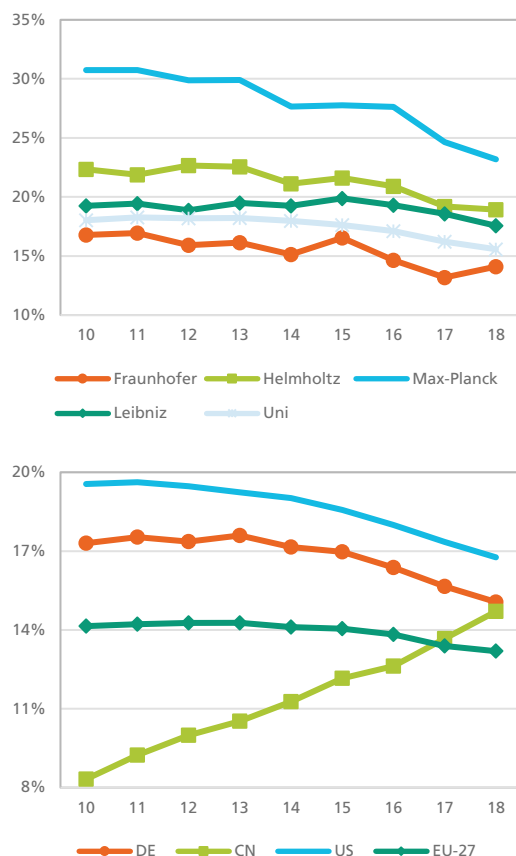
Anhang-Tab. 1:	OECD-Klassifikation in der Scopus-Umsetzung des Fraunhofer ISI ...	48
Anhang-Abb. 1:	Profile der FhG, MPG, HGF	50
Anhang-Abb. 2:	Profile der WGL, Unis, Deutschland.....	51
Anhang-Abb. 3:	Entwicklung der feldspezifischen Zitatrate der AUF und der Universitäten auf Basis einer alternativen Methode (mit Selbstziten, ohne Zitationsfenster, differenzierte Klassifikation*) [Alternative Berechnung zu Abbildung 11]	52
Anhang-Abb. 4:	Entwicklung der Exzellenzrate der AUF und der Universitäten auf Basis einer alternativen Methode (mit Selbstziten, ohne Zitationsfenster, differenzierte Klassifikation*) [Alternative Berechnung zu Abbildung 12].....	52

1. AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE AUF EINEN BLICK

Ziel 1: Dynamische Entwicklung

- Die außeruniversitären Forschungsorganisationen (AUF) haben ihren wissenschaftlichen **Publikationsoutput** in der Vergangenheit stetig gesteigert.
- Die Anteile an den weltweiten Publikationen sind auf Grund der Entwicklungen in China und anderen aufstrebenden Ländern rückläufig. Deutschlands Anteil betrug 5,5% in 2020 gegenüber 6,7% in 2010.

Abbildung 1: Entwicklung der Exzellenzrate (10%) der AUF (oben) und ausgewählter Länder (unten)



Exzellenzrate: Hierbei wird der Anteil der Publikationen einer Organisation unter den weltweit 10% am häufigsten zitierten Publikationen berechnet. Der weltweite Durchschnitt liegt entsprechend bei 10%. Es handelt sich dabei also um einen Ausweis von Publikationen besonderer Qualität.

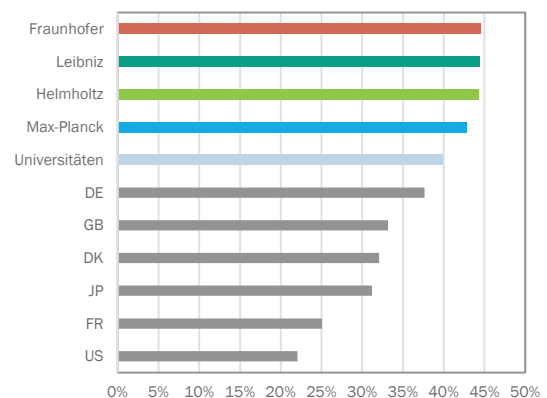
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

- In der jüngeren Vergangenheit sind auch die relativen Indikatoren zur Sichtbarkeit (**Zitierungen**) rückläufig. Dies gilt für die Zittrate und noch ausgeprägter für die Exzellenzrate. Die deutschen Organisationen bleiben aber weiterhin deutlich oberhalb des weltweiten Durchschnitts.

Ziel 2: Transfer

- Verschiedene Transferkanäle werden entsprechend der Missionen der AUF unterschiedlich genutzt.
- Open-Access**-Veröffentlichungen (OA) gewinnen bei allen AUF und auch weltweit an Bedeutung. Die deutschen Organisationen veröffentlichen mehr OA-Beiträge über den goldenen und hybriden Weg als die deutschen Universitäten und ausgewählte Vergleichsländer.
- Dies gilt seit dem Jahr 2020 auch dann, wenn man zusätzlich den grünen Weg hinzunimmt.
- 3-4% der wissenschaftlichen **Publikationen** in Deutschland stammen **von deutschen Unternehmen** – etwa die Hälfte davon gemeinsam mit AUF oder Hochschulen.

Abbildung 2: Anteile von OA-Publikationen (Gold+hybrid) der AUF und ausgew. Vergleichsländer, 2020



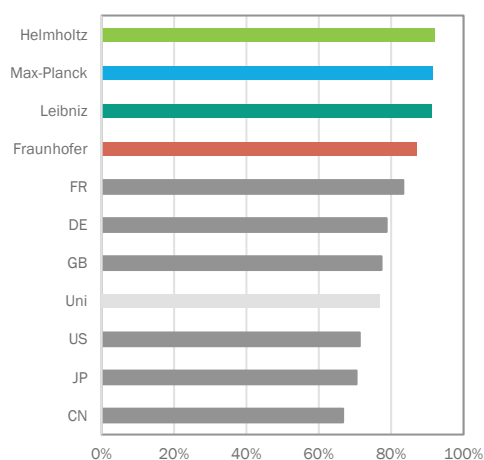
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

- Die FhG publiziert ca. 4% ihrer Beiträge gemeinsam mit Unternehmen, bei HGF, WGL und den Universitäten sind es ca. 2%, bei der MPG etwa 1%. Der Trend ist bei allen rückläufig, auch weil die Zahl der Unternehmenspublikationen insgesamt leicht rückläufig ist.
- Den Wissens- und Technologietransfer über **Standards und Normen** nutzen die Organisationen bisher nicht ausgiebig. Neben Größeneffekten – die Publikationen der Universitäten sind absolut die am häufigsten referenzierten – werden die stärker technisch ausgerichteten Organisationen (HGF und FhG) relativ häufiger in Standards genannt.

Ziel 3: Vernetzung

- Die AUF und die Universitäten kooperieren intensiv. Die Summe aus nationalen und internationalen **Ko-Publikationen** liegt bei allen AUF bei ca. 90%, bei den Universitäten bei ca. 76%.
- Die internationalen Ko-Publikationen gewinnen bei allen AUF im Zeitverlauf an Bedeutung, nationale Ko-Publikationen stagnieren anteilig hingegen.
- Die Grundlagenforschung erscheint stärker international orientiert, während die angewandte Forschung stärker national ko-publiziert.

Abbildung 3: Anteile nationaler und internat. Ko-Publikationen, 2020*

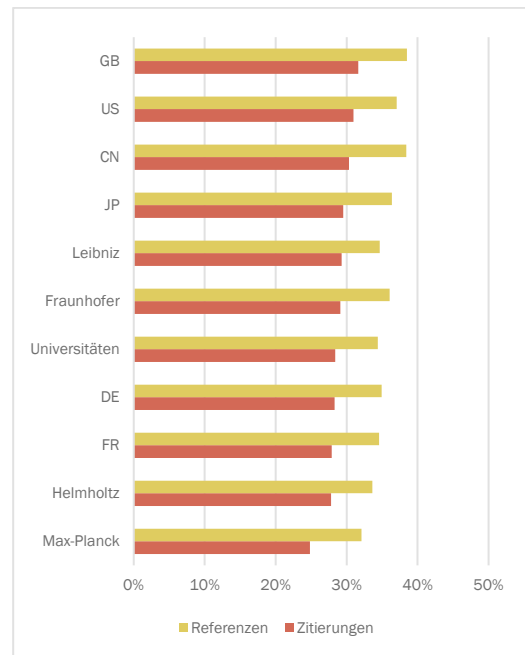


* Die Daten für 2020 sind hochgerechnet.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

- Bei allen vier AUF haben **Personen mit mehr als einer Affiliation** meist eine zusätzliche institutionelle Zuordnung zu einer Universität. KO-Affiliationen innerhalb der Gruppe der AUF sind eher selten.
- Die Veröffentlichungen der vier AUF erweisen sich als unterschiedlich interdisziplinär und im internationalen Vergleich nicht an der Spitze. Die Zunahme der **Interdisziplinarität** war jedoch insgesamt in Deutschland in den vergangenen Jahren vergleichsweise dynamisch.

Abbildung 4: Anteile von Referenzen auf und Zitierungen aus anderen Disziplinen, 2017



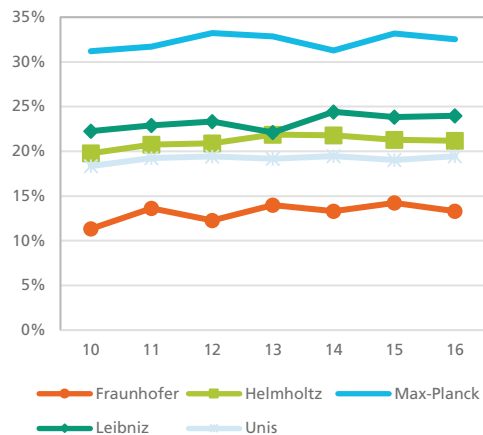
Erfasst werden nur solche Referenzen bzw. Zitierungen, die komplett außerhalb der Disziplin des jeweiligen Feldes liegen.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Ziel 4: Beste Köpfe

- Alle AUF erreichen stabile Anteile von **hochzitierten Wissenschaftler:innen**, mit im Zeitverlauf leicht steigender Tendenz.
- Bei der MPG gehört ein Drittel aller Autor:innen dieser besonderen Gruppe an, bei der HGF und der WGL jeweils deutlich mehr als 20%.

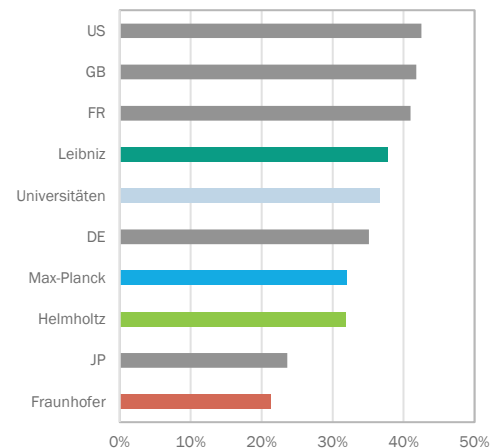
Abbildung 5: Anteile von hochzitierten Wissenschaftler:innen



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

- MPG, WGL und HGF beschäftigen substantielle Anteile von **Autor:innen mit einer zweiten Affiliation im Ausland** und liegen damit deutlich oberhalb des deutschen Mittelwerts und der entsprechenden Werte zahlreicher Länder wie Großbritannien, Frankreich oder den USA.
- Autor:innen aus Österreich (4%) oder der Schweiz haben relativ am häufigsten eine zweite institutionelle Zugehörigkeit in Deutschland. Die Niederlande, Schweden und Dänemark folgen mit jeweils etwas unter 2%.
- **Gleichstellung von Frauen und Männer:** Alle Organisationen haben im Zeitverlauf die Anteile von Autorinnen erhöht.
- Dennoch bleiben die einzelnen Organisationen wie auch Deutschland insgesamt im internationalen Vergleich weiterhin zurück.
- Deutschland – ebenso wie Österreich und die Schweiz – haben jedoch zu den meisten betrachteten Ländern aufgeschlossen.
- Finnland und Italien sind einer paritätischen Verteilung von Autorinnen und Autoren bereits recht nahe.

Abbildung 6: Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen*



* Basis sind die Personen mit einer Geschlechtszuordnung (männlich/weiblich) in den Daten, während nicht eindeutig zuzuordnende Vornamen nicht berücksichtigt werden.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

2. EINLEITUNG

Mit dem Pakt für Forschung und Innovation (PFI) bieten Bund und Länder den außeruniversitären Forschungsorganisationen (AUF) Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und Leibniz-Gemeinschaft (WGL) sowie der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) finanzielle Planungssicherheit durch vereinbarte jährliche Steigerungen der Grundfinanzierung. Der PFI wurde erstmals mit Wirkung für die Periode 2006-2010 (Phase I) vereinbart und seitdem in Fünfjahresperioden (Phase II: 2011-2015; Phase III: 2016-2020) und zuletzt für eine Zehnjahresperiode (Phase IV) bis 2030 neu vereinbart. Im aktuellen Pakt IV (2021-2030) haben sich die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) und die wissenschaftlichen Pakt-Partner auf insgesamt fünf forschungspolitische Ziele verständigt.

Diese sind:

1. Dynamische Entwicklung fördern: hierin sind als Zielgrößen sowohl die Adressierung neuer Themen und Fragestellungen durch die AUF als auch eine effektive und effiziente Umsetzung der Aufgaben der Organisationen enthalten. Als Mittel zur Zielerreichung sind sowohl organisatorische wie auch strategische Maßnahmen im Fokus, um so beispielsweise die Chancen der Digitalisierung zu heben oder die Zusammenarbeit zwischen den Organisationen zu stärken.
2. Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft stärken: basierend auf einer breiten Transfer-Definition mit Adressaten in Wirtschaft, Wissenschaft, Politik und auf gesellschaftlicher Ebene sollen innerhalb dieses Ziels etablierte, erfolgreiche Transferaktivitäten sichtbar gemacht und beispielsweise durch eine intensivere Wissenschaftskommunikation ausgebaut werden. Bestehende Transferpfade wie Forschungsk Kooperationen, Transfer über Köpfe oder auch Spin-Offs, werden durch ausgeprägtere Perspektiven auf Standardisierung und Normung oder Infrastrukturen ergänzt.
3. Vernetzung vertiefen: Von der ersten Pakt-Phase an war die Vernetzung der AUF ein wesentliches Ziel. Hier wurde viel erreicht, sowohl untereinander als auch in Zusammenarbeit mit den Hochschulen. Darüber hinaus wurde die Kooperation mit in- und ausländischen Partnern in Wirtschaft und Wissenschaft vertieft. Es wurden gemeinsame Programme aufgesetzt, gemeinsame Berufungen durchgeführt oder Kooperationsverträge geschlossen. In der laufenden vierten Phase steht eine weitere Intensivierung der Zusammenarbeit auf der Agenda. Ein expliziter Ansatz ist es dabei, den Ausbau der gemeinsamen Forschung an einem Standort (Campus-Strukturen) zu erweitern. Eine gemeinsame und integrierte Darstellung insbesondere im internationalen Außenraum ist hier ebenfalls ein anvisierter Ansatz.
4. Die besten Köpfe gewinnen und halten: Das in Personen inkorporierte Wissen ist für Wissenschaft und Forschung von elementarer Bedeutung. Die AUF stehen in Konkurrenz um die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untereinander, mit der Wirtschaft, sowie auch mit Akteuren – u.a. Unternehmen und Forschungsorganisationen – im Ausland. Die konkreten Maßnahmen zur Erreichung dieses Pakt-Ziels ist die klare Bereitstellung und Kommunikation von

wissenschaftlichen Laufbahnen und Entwicklungspfaden innerhalb der Organisationen. Seit der zweiten Pakt-Phase ist darüber hinaus insbesondere die Erhöhung der Zahl von Frauen in den AUF, gerade in Führungspositionen, ein bedeutendes Teilziel, das auch in der vierten Phase eine hervorgehobene Rolle einnimmt. Neben organisationsspezifischen Zielquoten sind die Bereitstellung von chancengerechten Rahmenbedingungen die wesentlichen Maßnahmen in der aktuellen Periode.

5. Infrastrukturen für die Forschung stärken: Aufgaben der AUF sind das Management, die Instandhaltung und Erweiterung der Forschungs-Infrastrukturen. Hierzu gehören auch Dateninfrastrukturen und Repositorien, die in der jüngeren Vergangenheit deutlich an Relevanz gewonnen haben. Neben der Bereitstellung ist jedoch auch deren intensive Nutzung ein bedeutendes Teilziel bzw. eine Maßnahme zur Stärkung der Infrastrukturen. Im Rahmen des bibliometrischen Monitorings sind keine Indikatoren für dieses forschungspolitische Ziel vorgesehen.

Die Besonderheiten des deutschen Wissenschaftssystems

Die außeruniversitäre Forschungslandschaft in Deutschland ist durch eine disziplinäre Arbeitsteilung und spezifische Schwerpunktsetzungen gekennzeichnet, die sich in den verschiedenen Missionen der Organisationen niederschlagen (BMBF 2020; Frietsch und Schubert 2012). Zusätzlich zu den disziplinären Unterschieden, differieren die Organisationen auch hinsichtlich ihrer institutionellen und organisatorischen Rahmenbedingungen wie beispielsweise der Finanzierungsstruktur, ihrer institutionellen Verfasstheit oder auch ihrer Größe. Diese Unterschiede zwischen den Organisationen sind gewollt und bilden eine der Stärken des deutschen Wissenschaftssystems. Für einen empirischen Vergleich nach einheitlichen Methoden lässt dies unterschiedliche Ergebnisse für jede der Organisationen erwarten – auch dies ist Teil der Stärke des deutschen Systems.

So decken die vier außeruniversitären Forschungsorganisationen gemeinsam neben dem kompletten Spektrum der unterschiedlichen Fächergruppen auch den gesamten Forschungsprozess von der Grundlagenforschung bis zur anwendungsnahen Forschung ab. Unter anderem entsprechend dieser Dimensionen differenzieren sich die wissenschaftlichen (und technologischen) Outputs der Organisationen, die in diesem Bericht dargestellt werden. Pauschale Zielvorgaben entlang der einzelnen Dimensionen im Pakt für Forschung und Innovation gibt es nicht und wären angesichts der Differenzierung im Wissenschaftssystem auch nicht angebracht. Spezifische Zielvorgaben bestehen ebenfalls nicht. Vielmehr haben sich die wissenschaftlichen Pakt-Partner eigene Ziele und Maßnahmen zu deren Erreichung gesetzt.¹ Aus all diesen Gründen enthält dieser Bericht weder Bewertungen zum Erreichen von Zielvorgaben, noch ordnet er die Forschungsorganisationen nach Rangplätzen oder Leistungsgraden entlang der Indikatoren ein. Dieser Bericht versucht, die Situation für jede der Organisationen zu beschreiben und die jeweilige Entwicklung für sich zu bewerten.

¹ <https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/PFI-IV-2021-2030.pdf>

Ziele dieses Berichts

In diesem Monitoring-Bericht wird ausschließlich auf bibliometrische Indikatoren zurückgegriffen. Diese sind nicht in der Lage, alle vier Ziele vollumfänglich und in allen Aspekten zu erfassen bzw. die Entwicklungen der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Hochschulen im nationalen und internationalen Vergleich vollständig zu beschreiben. Dies ist aber auch nicht Aufgabe und Ansatz dieses Berichts. Vielmehr sollen mit diesem Bericht für alle außeruniversitären Forschungsorganisationen in Deutschland nach einheitlichen Methoden erhobene bibliometrische Indikatoren bereitgestellt werden, die sowohl den Organisationen selbst, der GWK als auch einer interessierten Öffentlichkeit empirische Fakten für die jeweils eigene Bewertung zur Verfügung stellen.

Das bibliometrische Monitoring, das seit 2010 zur regelmäßigen Berichterstattung im Rahmen des Pakt-Monitoring-Berichts gehört, setzt entsprechend in erster Linie an den seit längerem bestehenden forschungspolitischen Zielen an und hat die Aufgabe die Trends und Dynamiken zu erfassen und sowohl national wie auch international einzuordnen. Innerhalb des Pakt-Monitorings wird eine Vielzahl an Indikatoren erhoben. In diesem bibliometrischen Monitoring-Bericht stehen jedoch ausschließlich die Daten und Indikatoren auf Basis wissenschaftlicher Publikationen und deren Zitierungen (Bibliometrie) im Mittelpunkt des Interesses. Entsprechend enthält dieser Bericht auch ausschließlich solche Indikatoren mit Bibliometrie-Bezug, während beispielsweise Patentanmeldungen oder Standard- und Normungsdokumente hier explizit außen vorgelassen werden.

Zur besseren Einordnung der Bewertungen und Trends werden die Indikatoren im nationalen Kontext auch für die Universitäten und Fachhochschulen sowie Deutschland insgesamt ausgewiesen und im internationalen Vergleich für weitere Länder aufgezeigt. Um die Darstellungen für den/die Leser:in übersichtlich zu halten, werden nicht alle Länder und auch nicht immer alle Organisationen außerhalb der Gruppe der AUF in den Abbildungen und Tabellen dargestellt. Weitere Daten und Abbildungen werden von den Autor:innen auf Anfrage gerne bereitgestellt.

3. ERGEBNISSE

Im Folgenden werden die Ergebnisse entlang von vier² Paktzielen dargestellt. Innerhalb der vier Ziele sind Teilziele bzw. Dimensionen adressiert, die auch in diesem Monitoring-Bericht aufgegriffen werden sollen. Allerdings bilden die Indikatoren lediglich Anhaltspunkte für die Einordnung der jeweiligen Entwicklungen hinsichtlich der Ziele und Teilziele bzw. Dimensionen.

3.1 Ziel 1: Dynamische Entwicklung fördern

Dieses erste Zielfeld ist auf grundlegende wissenschaftliche Entwicklungen ausgerichtet und legt dabei einen besonderen Schwerpunkt auf Exzellenz in der Forschung. Neue Fragestellungen zu adressieren und neue Erkenntnisse zu generieren, stehen im Zentrum dieses Ziels. Während innerhalb dieses Ziels auch Organisationsprozesse adressiert werden, fokussiert das bibliometrische Monitoring an dieser Stelle ausschließlich auf den wissenschaftlichen Output und stellt diesen sowohl im Zeitverlauf als auch im internationalen Vergleich dar.

Im Pakt für Forschung und Innovation wird der Arbeitsteilung insofern Rechnung getragen als eine missionsspezifische Einordnung und Bewertung stattfindet. Für den hier vorgelegten bibliometrischen Monitoring-Bericht bedeutet dies aber in erster Linie, dass weniger die Vergleiche der vier AUF untereinander als vielmehr deren Entwicklung über die Zeit bei den vier Zielen und deren Teildimensionen im Mittelpunkt des Interesses steht. Entsprechend wird im Allgemeinen die zeitliche Entwicklung der Kennzahlen der Organisationen betrachtet.

Trotz unterschiedlicher Missionen und Schwerpunkte ist dieses erste Ziel "zur Förderung der dynamischen Entwicklung" für alle außeruniversitären Forschungsorganisationen von großer Relevanz, wenngleich ggf. mit unterschiedlicher Intensität in den einzelnen Teildimensionen und spezifischer Ausrichtung. Die disziplinären Unterschiede und die strukturellen Rahmenbedingungen in der deutschen Forschungslandschaft schlagen sich in den Profilen der wissenschaftlichen (Zeitschriften-)Publikationen und Konferenzbeiträge nieder. Auch in der Relation dieser beiden Arten von wissenschaftlichem Output gibt es deutliche Unterschiede, die sich durch die fachlichen Schwerpunkte erklären lassen.³ Während bei der MPG und der WGL weniger als 10% der Veröffentlichungen Konferenzbeiträge sind, sind es bei der HGF und den Universitäten ca. 20%, bei der FhG sogar 50%.

3.1.1 Die wissenschaftlichen Profile der außeruniversitären

Forschungsorganisationen

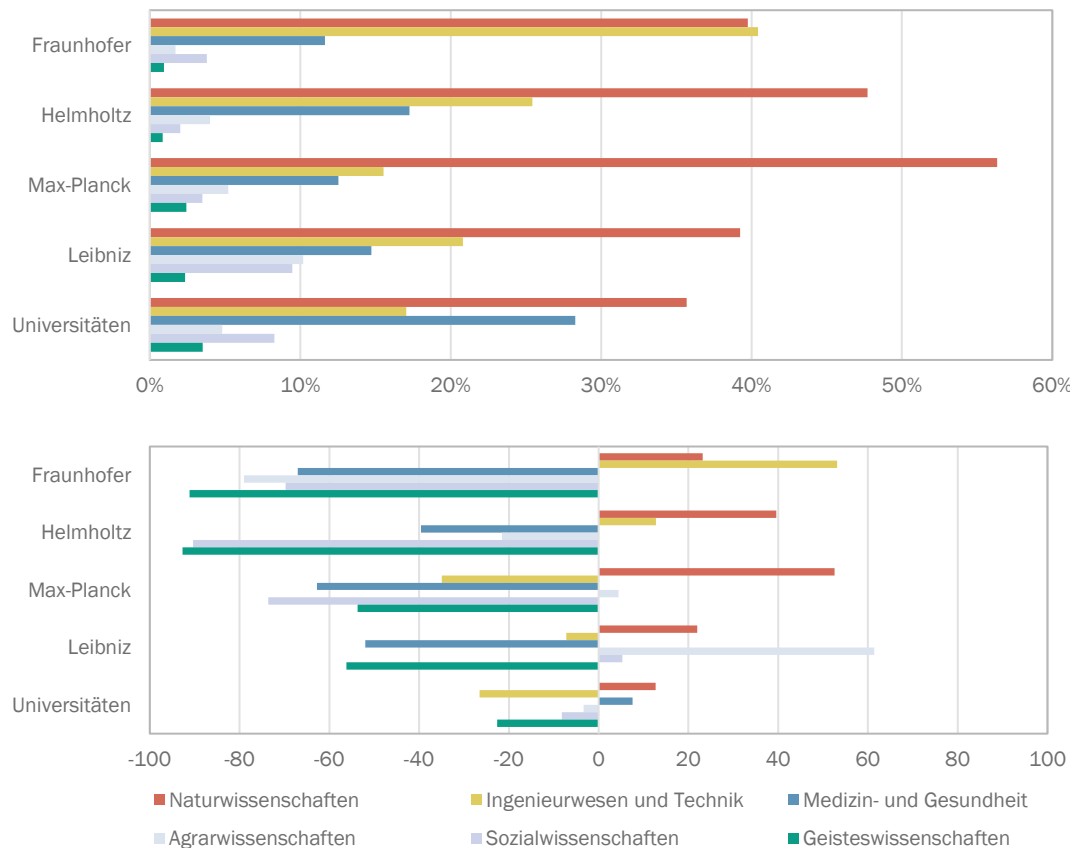
Die wissenschaftlichen Profile⁴, wie sie sich in den wissenschaftlichen Zeitschriftenveröffentlichungen niederschlagen, sind in Abbildung 7 für die vier Forschungsorganisationen und die Universitäten für den Zeitraum 2018-2020 dargestellt. Der obere Teil der Abbildung zeigt die Anteile der jeweiligen Fächergruppen an allen Zeitschriftenveröffentlichungen der Organisationen.

² Das fünfte Paktziel zu Infrastrukturen kann auf Basis bibliometrischer Daten, die die ausschließliche Grundlage dieses Monitoring-Berichts bilden, nur schwer abgebildet werden. Hier ist zunächst methodische Grundlagenarbeit zu leisten, ehe dieses Ziel beispielsweise über die Analyse von Verweisen auf Infrastrukturen in den Danksagungen adressiert werden kann. In einem der zukünftigen Berichte werden wir uns dem annehmen.

³ Während beispielsweise in den Informationswissenschaften (Informatik, Computer-Linguistik) die überwiegende Mehrheit des wissenschaftlichen Outputs in Konferenzbeiträgen dokumentiert wird, sind es in Mathematik oder Physik die Zeitschriftenbeiträge, die deutlich dominieren (siehe bspw. Michels und Fu 2012).

⁴ Die differenzierten (nach 33 Wissenschaftsfeldern) fachlichen Profile der AUF sind im Datenhang dokumentiert.

Abbildung 7: Anteile (oben) und Spezialisierungsindex* (unten) der Fächergruppen der AUF und der Universitäten, 2018-2020



* Der Spezialisierungsindex (RPA oder Revealed Publication Advantage) zeigt an, in welchen Bereichen eine Organisation oder ein Land im Vergleich zum gesamten weltweiten Publikationsaufkommen stark oder schwach vertreten ist. Er errechnet sich folgendermaßen:

$$RPA_{ij} = 100 \cdot \tanhyp \left(\log \frac{p_{ij} / \sum_{k=1}^J p_{ik}}{\sum_{h=1}^I p_{hj} / \sum_{h=1}^I \sum_{k=1}^J p_{hk}} \right)$$

wobei p_{ij} für die Anzahl der Publikationen einer Organisation im Land k im Wissenschaftsfeld j steht. Positive Vorzeichen bedeuten, dass ein Wissenschaftsfeld ein höheres Gewicht innerhalb eines Landes als in der Welt einnimmt. Dementsprechend stellt ein negatives Vorzeichen eine unterdurchschnittliche Spezialisierung dar.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Demnach nehmen die Naturwissenschaften bei den Zeitschriftenveröffentlichungen aller außeruniversitärer Forschungsorganisationen und auch der Universitäten große Anteile des Publikationsaufkommens ein, bei der Helmholtz-Gemeinschaft und der Max-Planck-Gesellschaft jeweils deutlich mehr als die Hälfte. Ingenieurwesen und Technik haben ebenfalls ein starkes Gewicht, insbesondere bei der FhG. Medizin und Gesundheit nehmen einen großen Anteil (28%) des Zeitschriftenoutputs der Universitäten ein, treten aber auch bei allen vier AUF deutlich hervor, insbesondere bei der HGF, wo gut 17% des Outputs diesem Fachbereich zuzuordnen sind. Die Sozialwissenschaften sind ebenfalls überall vertreten, besonders deutlich jedoch bei der WGL und den Universitäten. Die Geisteswissenschaften vereinen insgesamt die kleinsten Anteile auf sich. In den Profilen der Universitäten, der Max-Planck-Gesellschaft und der Leibniz-Gemeinschaft erreichen sie jeweils ca. 2-3%.

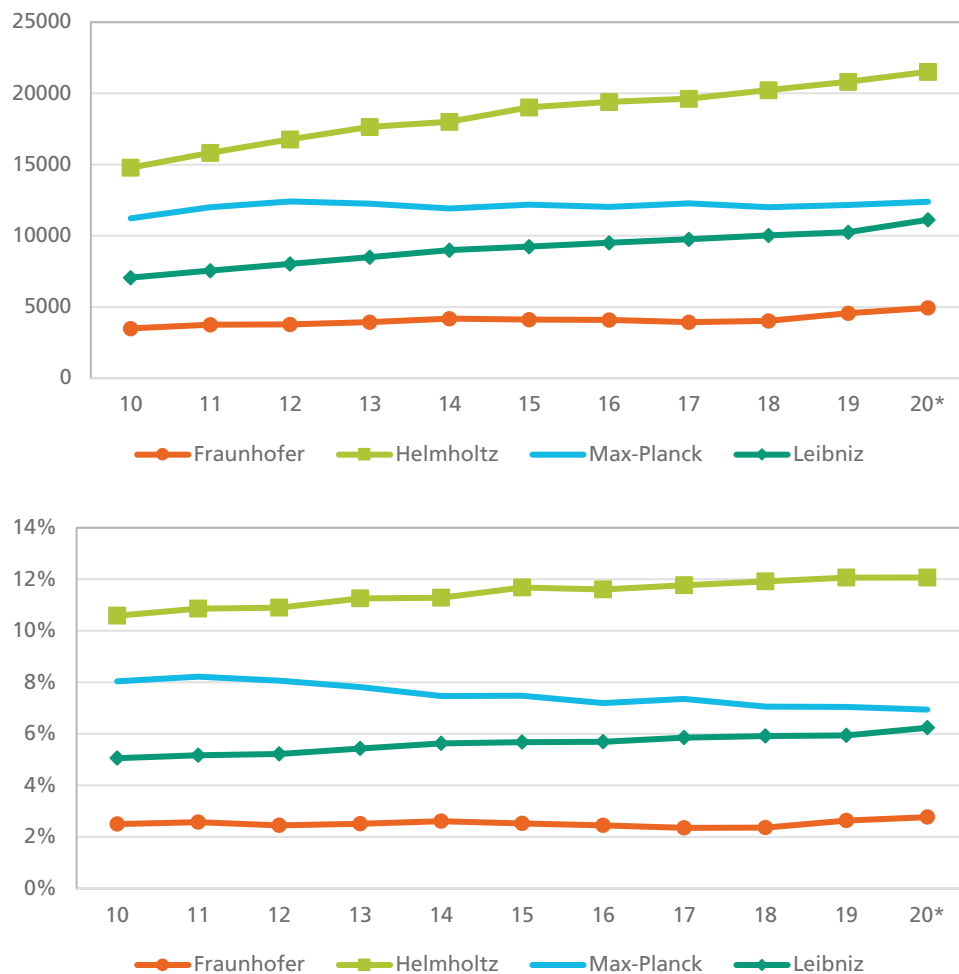
Die relativen Schwerpunkte der Fächergruppen sind anhand des Spezialisierungsindex (RLA), der die Profile jenseits von Größeneffekten von Fächergruppen und Organisationen normiert im unteren Teil von Abbildung 1 dargestellt. Demnach haben alle Organisationen und auch die Universitäten einen, wenngleich unterschiedlich stark ausgeprägten, Schwerpunkt in den Naturwissenschaften. Besonders deutlich tritt dieser bei der MPG und der HGF hervor. Ingenieurwesen und Technik gehören hingegen insbesondere zum Profil der Fraunhofer-Gesellschaft. Auch die Helmholtz-Gemeinschaft zeigt in diesem Bereich durch einen positiven Spezialisierungsindex einen Schwerpunkt. Das Profil der Leibniz-Gemeinschaft zeigt einen hohen Indexwert bei den Agrarwissenschaften, die in der hier verwendeten Abgrenzung auch Agrarbiotechnologie, Veterinärwesen und angrenzende Gebiete umfasst. Die Sozialwissenschaften und auch die Geisteswissenschaften bilden im internationalen Vergleich lediglich bei der Leibniz-Gemeinschaft einen kleinen Schwerpunkt im Profil, worin sich in erster Linie ablesen lässt, dass international vergleichende Daten für diese Fachbereiche in den einschlägigen bibliometrischen Datenbanken, so auch in der hier verwendeten Scopus-Datenbank, nicht in adäquater Menge und Form vorliegen. Die Profile aller deutschen Forschungsorganisationen und Universitäten sind in diesen Bereichen unvollständig abgebildet.

3.1.2 Entwicklung der Publikationen

Die Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen der außeruniversitären Forschungsorganisationen sowie die Anteile an allen deutschen Veröffentlichungen ist in Abbildung 8 dargestellt. Im Beobachtungszeitraum haben alle Organisationen die Anzahl ihrer Publikationen erhöht. Die Helmholtz Gemeinschaft als größte unter den vier Forschungsorganisationen erreichte zuletzt (2020) ein Niveau von gut 21.500 Veröffentlichungen gegenüber knapp 15.000 im Jahr 2010.⁵ Dies bedeutet eine durchschnittliche jährliche Steigerung von 3,8%. Die Leibniz Gemeinschaft steigerte ihren Publikationsoutput von etwa 7.000 im Jahr 2010 auf gut 11.000 im Jahr 2020, was einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 4,6% entspricht. Die Fraunhofer-Gesellschaft konnte ein Wachstum von 3,5% erreichen, sodass im Jahr 2020 knapp 5.000 Veröffentlichungen in der Scopus-Datenbank für Fraunhofer erfasst sind. Die Steigerung ist dabei in erster Linie auf eine Steigerung der Zeitschriftenveröffentlichungen zurückzuführen, die in dem Zeitraum um jährlich 6,3% gewachsen sind und ca. die Hälfte des gesamten Publikationsoutputs von Fraunhofer ausmachen. Die Max-Planck-Gesellschaft hat im Jahr 2020 gut 12.300 Veröffentlichungen publiziert. Im Durchschnitt über die Jahre 2010-2020 kam es zu einer jährlichen Steigerung von 1%, wobei die Zeitschriftenbeiträge, die bei der MPG eine deutliche Mehrheit von über 90% des Outputs ausmachen, in dem Zeitraum um durchschnittlich 1,7% gewachsen sind. Die Max-Planck Gesellschaft veröffentlicht 1,3, die Leibniz Gemeinschaft 1,5 und die Helmholtz Gemeinschaft ca. 1,2 Zeitschriften- und Konferenzbeiträge pro Jahr und Wissenschaftler:in (siehe Abbildung 10). Bei Fraunhofer entstehen pro Jahr ca. 0,5 Veröffentlichungen pro Wissenschaftler:in.

⁵ In diesen Zahlen sind sowohl Zeitschriftenveröffentlichungen als auch Konferenzbeiträge enthalten.

Abbildung 8: Anzahl (oben) und Anteile (unten) an den gesamten deutschen Veröffentlichungen** (Zeitschriften und Konferenzen) der AUF, 2010-2020



* Die Daten für 2020 sind auf Grund noch unvollständiger Verfügbarkeit von Konferenzbeiträgen hochgerechnet.

** Auf Grund der ganzzahligen Erfassung der Publikationen je beteiligter Affiliation ist die Summe der Anteilswerte über alle Organisationsgruppen größer als 100%. Die Prozentangaben stellen insofern die Anteile der unter Beteiligung der jeweiligen Organisation entstandenen deutschen Publikationen dar.

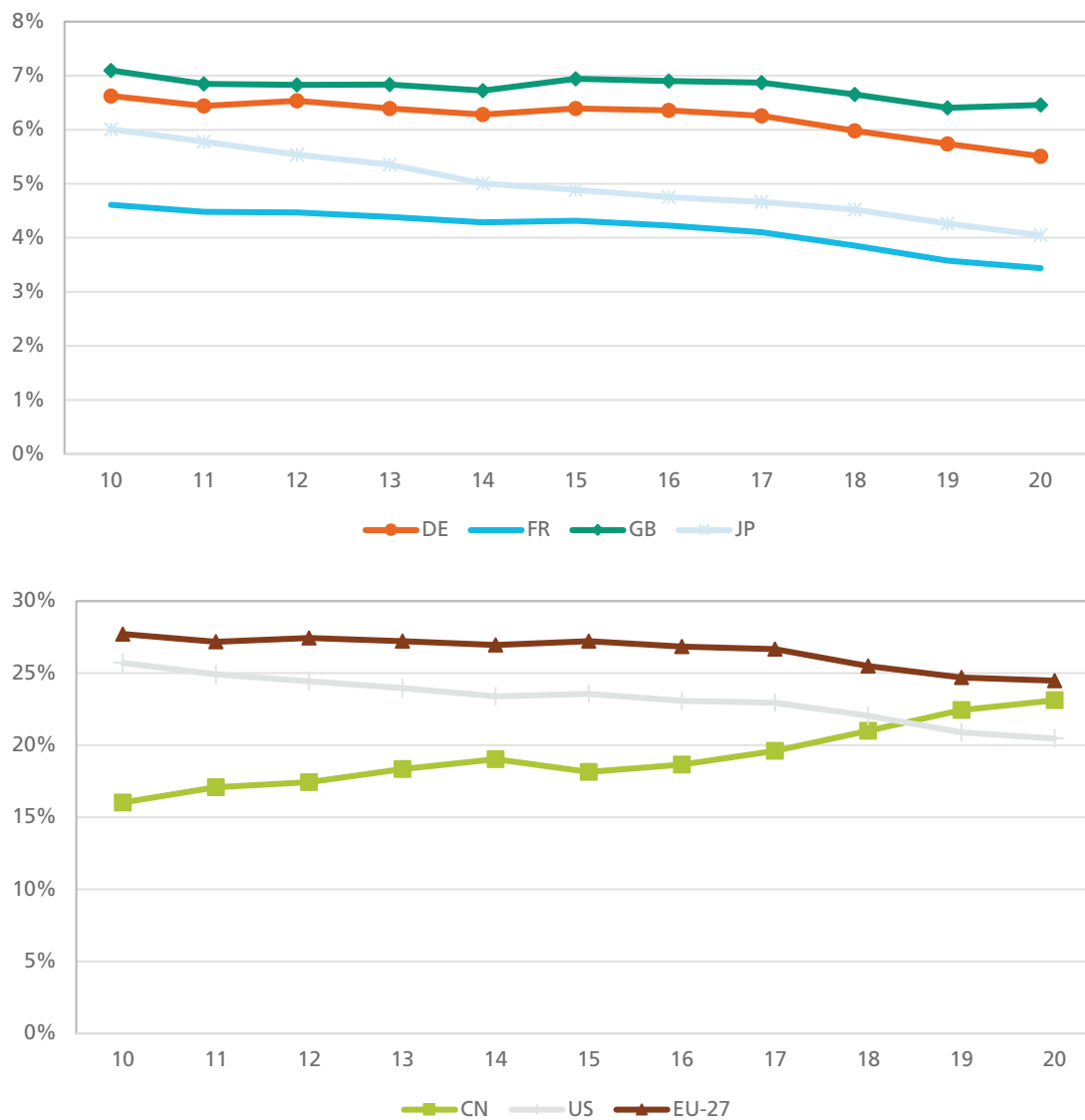
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Universitäten in Deutschland (nicht in Abbildung 8 dargestellt) waren im Jahr 2020 für gut 137.000 Publikationen mitverantwortlich. Dies entspricht einer Steigerung um durchschnittlich 3,6% pro Jahr. Der Anteil der Universitäten an allen deutschen Veröffentlichungen liegt bei rund 77% und der Anteil der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen recht konstant seit 2012 bei 28%.⁶ Die Anteile der übrigen Gruppen – Fachhochschulen, Unternehmen und Sonstige – liegen bei ca. 8%. Die Anteile der Helmholtz und der Leibniz Gemeinschaften an allen deutschen Veröffentlichungen sind im Zeitverlauf angestiegen, die Anteile der Fraunhofer-Gesellschaft etwa gleichgeblieben und die Anteile der Max-Planck-Gesellschaft sind durch die geringen Zuwächse bei den absoluten Publikationszahlen im Zeitraum ab 2012 von 8% auf 7% zurückgegangen.

⁶ Auf Grund der Berücksichtigung von gemeinsamen Publikationen mehrerer Organisationen für jeder der beteiligten Organisationen (ganzzahlige Zählweise), ist die Summe der Anteile der einzelnen Organisationen größer 100%.

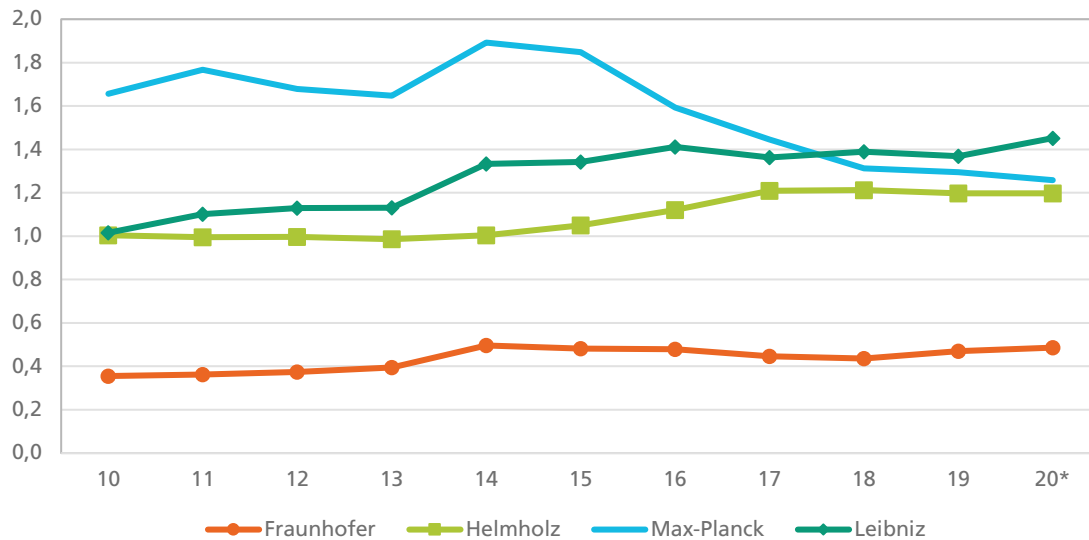
Betrachtet man die weltweite Entwicklung der wissenschaftlichen Publikationen (siehe Abbildung 9), dann lässt sich für die meisten etablierten Wissenschaftsnationen ein Rückgang der Anteile feststellen, der durch eine massive Ausweitung der Publikationszahlen Chinas und damit auch dessen Anteile zu begründen ist. Alle betrachteten Länder konnten in den meisten Jahren der Beobachtungsperiode ihre Publikationszahlen zwar steigern, aber nicht in dem gleichen Maß wie China den Output steigern konnte. Auch Russland und Indien konnten in dem Zeitraum ihre Anteile erhöhen, also ein höheres Wachstum als der weltweite Durchschnitt realisieren, aber auch sie konnten weder das Niveau noch die Dynamik Chinas erreichen. Entsprechend dieser Entwicklungen ist der Anteil Deutschlands an allen in der Datenbank erfassten Zeitschriften- und Konferenzbeiträgen zwischen 2010 und 2020 um etwa einen Prozentpunkt auf 5,5% der weltweiten Veröffentlichungen gesunken.

Abbildung 9: Entwicklung der Anteile an den weltweiten Veröffentlichungen (Zeitschriften und Konferenzen) Deutschlands und ausgewählter Vergleichsländer, 2010-2020



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abbildung 10: Anzahl der Publikationen (Zeitschriften und Konferenzen) pro Mitarbeitende der AUF, 2010-2020



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die feldspezifische⁷ Perspektive

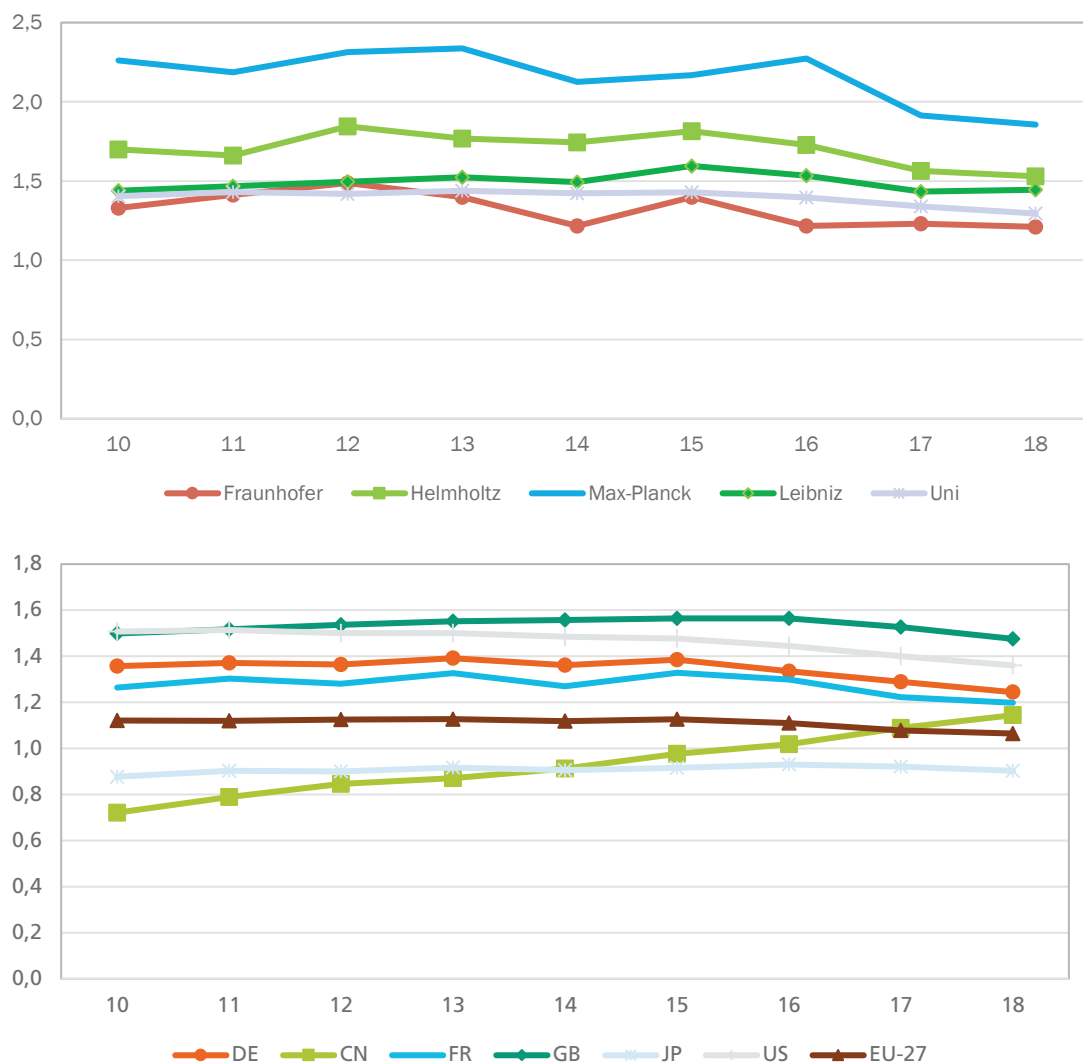
Die Sichtbarkeit der wissenschaftlichen Publikationen wird in der Bibliometrie mithilfe von Zitierungen⁸ erfasst. In einer erweiterten Perspektive reflektieren die Zitierungen die Qualität des wissenschaftlichen Outputs. Die Entwicklung der feldspezifischen Zittrate der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Hochschulen sowie ausgewählter Länder sind in Abbildung 11 dargestellt, während Abbildung 12 (identisch mit Abbildung 1 in Abschnitt 1 dieses Berichts) die Exzellenzrate auf dem 10%-Niveau beinhaltet. Beide Abbildungen zeigen ähnliche Trends und Relationen. Während jedoch die feldspezifische Zittrate die Gesamtheit aller Publikationen abbildet, erfasst die Exzellenzrate die besonders hochzitierten Publikationen und weist deren Anteil unter allen Veröffentlichungen einer Organisation oder eines Landes aus. Aufgrund des hohen Gewichts der Universitäten ist der gesamtdeutsche Wert stets sehr nah an der Entwicklung der Kurve der Universitäten. Ab dem Jahr 2016 beginnt die deutsche Kurve der Zittrate, ähnlich wie die einiger anderer Länder wie Großbritannien, den USA und auch Frankreich, zu sinken. Zuletzt erreichte Deutschland ein Niveau von 1,2, dies bedeutet, dass die deutschen Publikationen 20% häufiger zitiert werden als der jeweilige Durchschnitt im Feld, in dem sie angesiedelt sind. Auch bei der Zittrate zeigt

⁷ Um Zitierkulturen verschiedener Forschungsfelder zu berücksichtigen bzw. zu normieren wird in bibliometrischen Analysen meist eine feldspezifische Zittrate verwendet. Dies bedeutet im Wesentlichen, dass die Maßzahlen zunächst für jede Publikation in Relation zum jeweiligen Felddurchschnitt errechnet wird, ehe sie dann als Durchschnitt über alle Felder für jedes Land bzw. jede betrachtete Organisation aggregiert werden.

⁸ Alle hier berichteten zitratbasierten Indikatoren beziehen sich lediglich auf Zeitschriften-beiträge und lassen Zitierungen von Konferenzbeiträgen außen vor. Der Grund ist im Wesentlichen, dass Konferenzbeiträge im Durchschnitt deutlich seltener zitiert werden und zitratbasierte Indikatoren nicht die gleiche Aussagekraft zu Sichtbarkeit oder Qualität haben. Eine spezifische Berücksichtigung dieser Unterschiede wäre zwar technisch/rechnerisch möglich, wird hier jedoch aus Gründen der Interpretierbarkeit nicht berücksichtigt.

sich ein stetig positiver Trend für China, der ab dem Jahr 2016 nochmals an Dynamik zugelegt hat⁹ und insofern einen Teil des Rückgangs der Zitatrates der genannten Länder erklärt.

Abbildung 11: Entwicklung der feldspezifischen Zitatrates** der AUF und der Universitäten (oben) sowie ausgewählter Vergleichsländer (unten), 2010-2018*



* Verwendet wird ein Drei-Jahres-Zitationsfenster, d.h. es werden alle Zitierungen berücksichtigt, die eine Veröffentlichung im jeweiligen Veröffentlichungsjahr und den beiden Folgejahren erhält. Entsprechend reichen die zitationsbasierten Indikatoren bis zum Veröffentlichungsjahr 2018.

** Die Ergebnisse sind von der gewählten Methode und der Datenquelle nicht gänzlich unabhängig. Verwendet man beispielsweise kein Zitationsfenster, schließt die Selbstzitate nicht aus, legt eine andere Klassifikation der Disziplinen zugrunde oder nutzt Web of Science statt Scopus, dann finden sich insbesondere Unterschiede in den jeweiligen Niveaus der Kennzahlen, weniger jedoch in den längerfristigen Trends oder den Relationen der Organisationen untereinander. Beispiele für alternative methodische Implementierungen der feldspezifischen Zitatrates und der Exzellenzrate finden sich im Anhang.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

⁹ Ein Treiber ist - allerdings nicht der ausschließliche -, dass chinesische Autor:innen mittlerweile verstärkt andere chinesische Autor:innen zitieren. Zitierungen nationaler Autor:innen sind jedoch ein Phänomen, das sich auch für andere Länder nachweisen lässt und beispielsweise auch bei den USA einen großen Teil der Zitierungen ausmacht.

Auch auf die Kenngrößen der deutschen Forschungsorganisationen hat dieser Trend einen unmittelbaren Einfluss. Für alle Forschungsorganisationen zeigt sich nach anfänglich leichter Zunahme im Zeitverlauf ein abnehmender Trend bei der feldspezifischen Zittrate (Abbildung 11). Bei der Exzellenzrate ist dieser Trend sogar noch etwas deutlicher (Abbildung 12). Die Max-Planck-Gesellschaft erreicht bei diesem Indikator auch im weltweiten Vergleich Höchstwerte. Im Jahr 2018 wurden die Veröffentlichungen der Max-Planck-Gesellschaft etwa 1,9-mal häufiger zitiert als der Durchschnitt der Publikationen weltweit. Fast ein Viertel (2018: 23,2%) aller Publikationen der Max-Planck-Gesellschaft gehören zu den exzellenten. Der weltweite Erwartungswert liegt bei 10%, d. h. bei den besonders hochzitierten Veröffentlichungen ist die Max-Planck-Gesellschaft sogar noch erfolgreicher als in der Gesamtheit aller Publikationen.

Abbildung 12: Entwicklung der Exzellenzrate* (10%) der AUF (oben) und ausgewählter Länder (unten)



Exzellenzrate: Hierbei wird der Anteil der Publikationen einer Organisation unter den weltweit 10% am häufigsten zitierten Publikationen berechnet. Der weltweite Durchschnitt liegt entsprechend bei 10%. Es handelt sich dabei also um einen Ausweis von Publikationen besonderer Qualität.

* Die Ergebnisse sind von der gewählten Methode und der Datenquelle nicht gänzlich unabhängig. Verwendet man beispielsweise kein Zitationsfenster, schließt die Selbstzitate nicht aus, legt eine andere Klassifikation der Disziplinen zugrunde oder nutzt Web of Science statt Scopus, dann finden sich insbesondere Unterschiede in den jeweiligen Niveaus der Kennzahlen, weniger jedoch in den längerfristigen Trends oder den Relationen der Organisationen untereinander. Beispiele für alternative methodische Implementierungen der feldspezifischen Zittrate und der Exzellenzrate finden sich im Anhang.

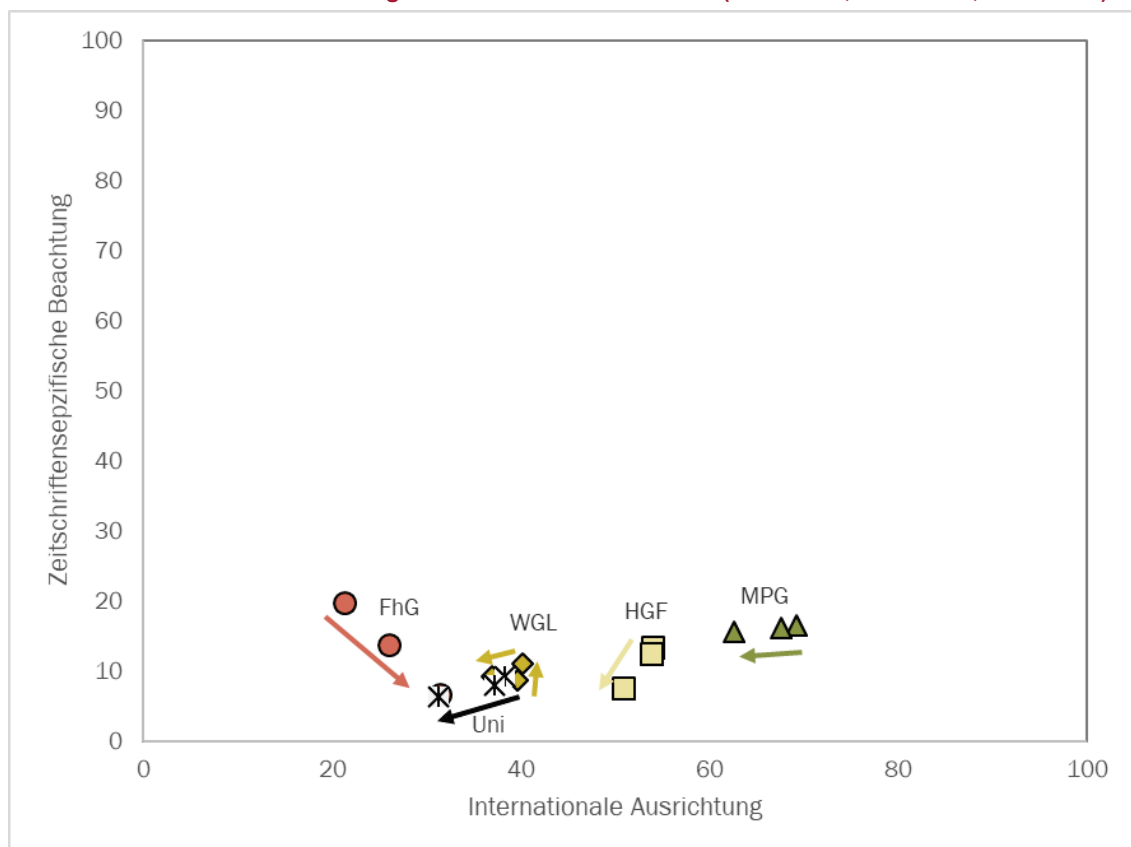
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

Auch die Helmholtz Gemeinschaft erreicht ein deutlich überdurchschnittliches Niveau im Vergleich mit den weltweiten Veröffentlichungen. Die Zeitschriftenbeiträge der Helmholtz Gemeinschaft werden mehr als 1,5-mal so häufig zitiert wie die weltweiten Veröffentlichungen und mehr als 19% der Beiträge gehörten im Jahr 2018 zu den exzellenten; das ist 1,9-mal so häufig als der weltweite Durchschnitt erwarten ließe. Die feldspezifische Zittrate der Leibniz Gemeinschaft zeigt, von wenigen Abweichungen abgesehen, eine hohe Beständigkeit auf einem Niveau des 1,5-fachen des weltweiten Durchschnitts. Die Exzellenzrate lag zuletzt bei dem 1,8-fachen (18%) des weltweiten Erwartungswerts. Für die Fraunhofer-Gesellschaft lässt sich von kleineren jährlichen Schwankungen abgesehen seit etwa 2014 ein beständiges Niveau ebenfalls oberhalb des weltweiten Durchschnitts feststellen. Die feldspezifische Zittrate liegt mit 1,2 oberhalb des weltweiten Durchschnitts und die Exzellenzrate, die seit 2016 jedoch ebenfalls abgenommen hat, lag im Jahr 2018 bei etwa dem 1,4-fachen (14%) des weltweiten Erwartungswerts.

Die zeitschriftenspezifische Perspektive

Während die feldspezifische Zittrate und die Exzellenzrate jeweils eine Normierung der Unterschiede zwischen den wissenschaftlichen Fachrichtungen berücksichtigen, kann mithilfe der zeitschriftenspezifischen Beachtung der internationalen Ausrichtung eine an den jeweiligen Zeitschriften, in denen die Beiträge veröffentlicht werden, normierte Perspektive eingenommen werden. Dabei bewertet die zeitschriftenspezifische Beachtung ob ein Beitrag häufiger oder weniger häufig zitiert wird als der Durchschnitt in der Zeitschrift, während die internationale Ausrichtung bewertet ob in eher häufiger oder weniger häufiger zitierten Zeitschriften publiziert wird.

Abbildung 13: Entwicklung der zeitschriftenspezifischen Beachtung und der internationalen Ausrichtung der AUF in drei Zeiträumen (2010-2012, 2013-2015, 2016-2018)



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die Entwicklung der vier außeruniversitären Forschungseinrichtungen bei diesen beiden Indikatoren ist in Abbildung 13 für den Zeitraum 2010-2018 dargestellt. Die Skalen sind Indexwerte und bilden insofern die Intensität ab, können aber nicht wie beispielsweise die feldspezifische Zitatrate als Häufigkeiten im Vergleich zum Durchschnitt interpretiert werden. Es zeigen sich für alle vier Organisationen ähnliche Trends mit unterschiedlichen Intensitäten auf den beiden Dimensionen. Es gehen sowohl die zeitschriftenspezifische Beachtung als auch die internationale Ausrichtung im Zeitverlauf zurück. Die deutlichste Entwicklung verzeichnet die Fraunhofer-Gesellschaft, die noch zu Beginn der Beobachtungsperiode innerhalb der Zeitschriften, in der sie publizierte, eine deutlich überdurchschnittliche Sichtbarkeit erreichen konnte, zum Ende der Periode jedoch nur noch leicht über dem Durchschnitt liegt. Allerdings ist es der Fraunhofer-Gesellschaft gelungen, ihre Beiträge in im Durchschnitt weltweit relativ sichtbarer Zeitschriften zu platzieren. Auch die Helmholtz Gemeinschaft hat bei der Beachtung im Zeitverlauf eingebüßt und konnte dabei im Durchschnitt in etwas weniger sichtbaren Zeitschriften veröffentlichen. Der Leibniz Gemeinschaft und insbesondere der Max-Planck-Gesellschaft ist es im Zeitverlauf gelungen, ihr jeweiliges überdurchschnittliches Niveau bei der Beachtung aufrechtzuerhalten, wenngleich die Zeitschriften, in denen die Organisationen veröffentlichen, im Durchschnitt ein wenig an relativer Sichtbarkeit verloren haben. Ob dies auf Veränderungen des Sets an Zeitschriften zurückzuführen ist oder eher auf Veränderungen der Sichtbarkeit dieser Zeitschriften, lässt sich anhand der hier zugrunde gelegten Datenlage nicht abschließend beurteilen. Die gesamten Veränderungen im weltweiten Publikationsregime – insbesondere das Wachstum und Zitationsverhalten Chinas – spielen hier sicher ebenfalls eine Rolle.

3.2 Ziel 2: Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft stärken

Der Transfer von wissenschaftlichen Erkenntnissen und von Wissen in Wirtschaft, Gesellschaft und Politik nimmt nicht nur vor dem Hintergrund der Nutzung für Innovationsprozesse und deren ökonomischer Verwertung, sondern auch vor dem Hintergrund der Beiträge zu gesellschaftlichen Herausforderungen und aktuellen Transformationsprozessen eine hervorgehobene Bedeutung ein. Im aktuellen Pakt IV wird der Transfer von Wissen und Technologie in Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU) sowie über Ausgründungen aus den Forschungsorganisationen besonders betont. Eine intensive Wissenschaftskommunikation bildet im Pakt die Basis für einen Transfer in die Gesellschaft und die Forschungsorganisationen ermöglichen eine stärkere Partizipation von Bürgerinnen und Bürgern an Forschung und Wissenschaft.

Im Pakt insgesamt wird Transfer breit definiert und umfasst Wissens- und Technologietransfer sowie die Kommunikation wissenschaftlicher Ergebnisse in die Gesellschaft. In diesem bibliometrischen Monitoring-Bericht liegt der ausschließliche Fokus auf dem Wissenstransfer im Zusammenhang mit wissenschaftlichen Veröffentlichungen, während beispielsweise Ausgründungen oder Technologietransfer über Patente hier keine Berücksichtigung finden.

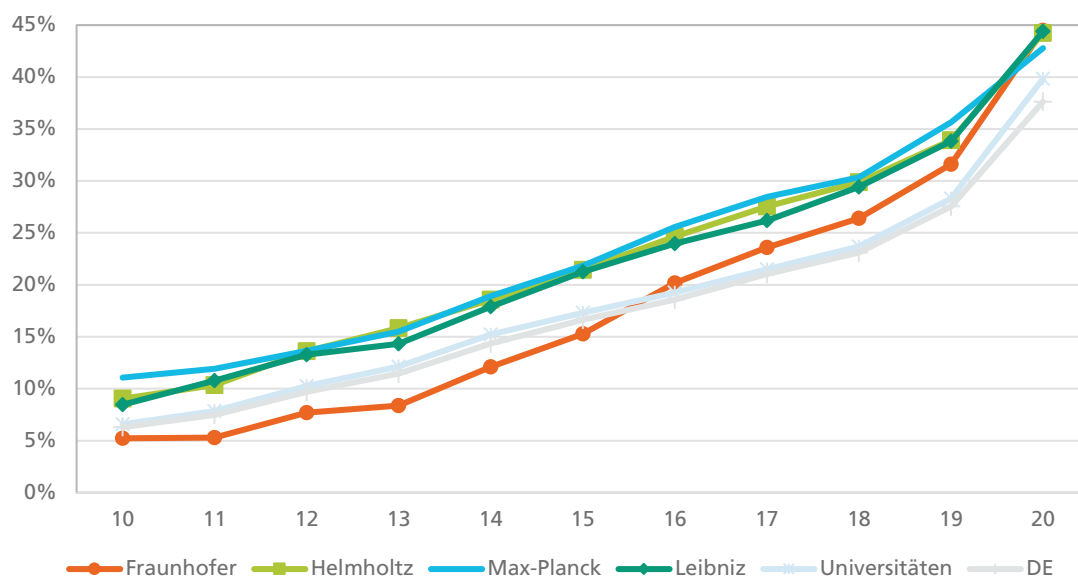
Entsprechend werden Veröffentlichungen der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Hochschulen gemeinsam mit Unternehmen analysiert, die als ein Indikator – unter mehreren Indikatoren wie bspw. Verbundforschung, Auftragsforschung, Transfer über Köpfe – für gemeinsame Forschungsaktivitäten gewertet werden können. Die Anzahl und die Anteile standard-relevanter Publikationen sind ein spezieller Indikator zur Anwendung wissenschaftlichen Wissens in technologischen Standardisierungsprozessen und können somit als unmittelbarer Input in darauf aufbauenden Innovationsaktivitäten gesehen werden. Open-Access-Publikationen erleichtern den Austausch innerhalb der Wissenschaft und unterstützen damit den wissenschaftlichen Diskurs, sie erlauben aber auch einer breiteren (Fach-)Öffentlichkeit den unmittelbaren und freien Zugang zu dokumentiertem wissenschaftlichem Wissen.

3.2.1 Open-Access-Publikationen

Open-Access-Publikationen sind solche Veröffentlichungen, die ohne weitere Kosten für den Leser oder die Leserin frei zugänglich sind. In diesem Bericht werden ausschließlich Veröffentlichungen als Open Access gewertet, die über den goldenen Weg (Open Access Zeitschrift) oder den hybriden Weg (frei zugängliche, einzelne Artikel in ansonsten geschlossenen Zeitschriften) in den Abbildungen dargestellt. In den Analysen werden an verschiedenen Stellen zusätzlich auch Publikationen unter dem grünen Weg (Veröffentlichungen in frei zugänglichen Repositorien) berichtet.

Abbildung 14 zeigt die Entwicklung der Anteile von Open-Access-Publikationen für die vier außeruniversitären Forschungsorganisationen, die Universitäten und Deutschland insgesamt für die Periode 2010-2020. Alle Organisationen sowie Deutschland insgesamt haben ihre Anteile im Zeitverlauf deutlich ausgeweitet. Im Jahr 2019 waren bei allen Forschungsorganisationen ca. ein Drittel oder mehr aller Zeitschriftenveröffentlichungen bereits über den goldenen oder hybriden Weg frei zugänglich. Im Jahr 2020 haben alle Organisationen diesen Anteil nochmals deutlich gesteigert und erreichen Anteile deutlich oberhalb der 40%-Marke. Die Hochschulen insgesamt liegen in dieser Hinsicht gegenüber den vier außeruniversitären Einrichtungen mit 40% (ggü. 28% in 2019) etwas zurück.

Abbildung 14: Anteile von Open-Access-Publikationen* (Gold und hybrid) der AUF



* Dargestellt sind die Veröffentlichungen, die in Open-Access-Zeitschriften (Gold) bzw. in hybriden Zeitschriften frei (mit einer CC-BY-Lizenz) zugänglich sind.

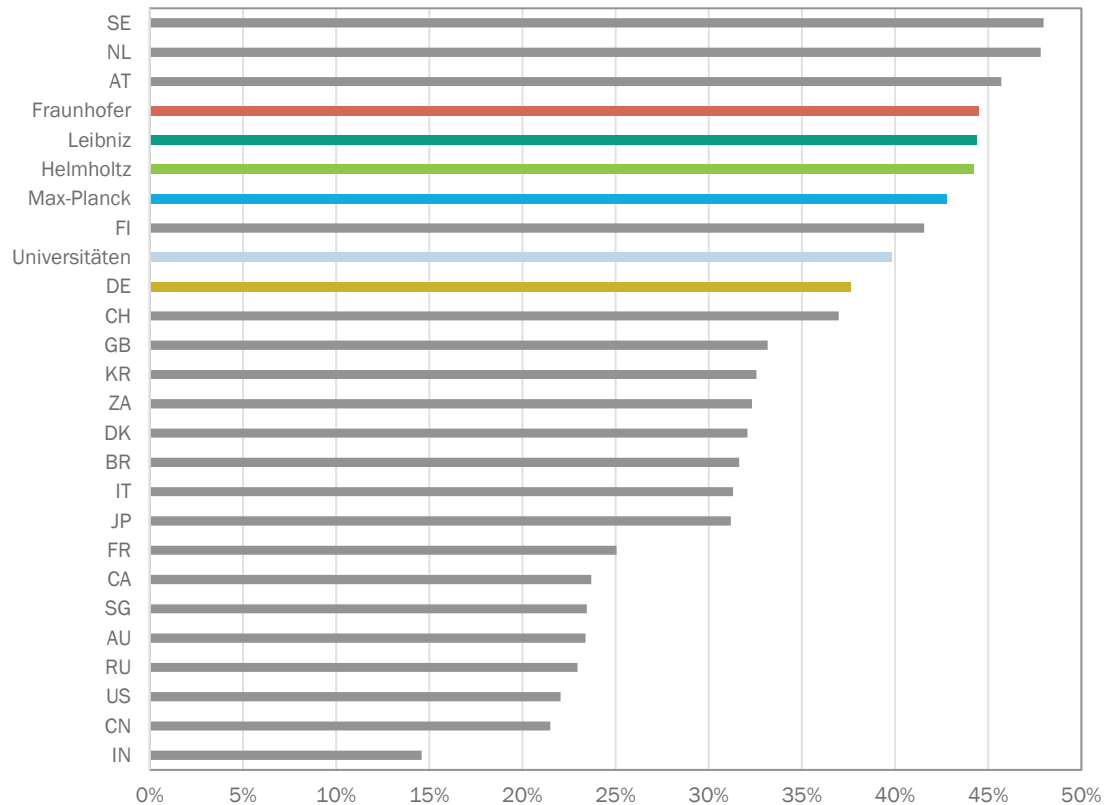
Quelle: Elsevier - Scopus; Unpaywall; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Nimmt man neben den in der Abbildung dargestellten Gold-OA und hybrid-OA Veröffentlichungen auch noch Publikationen über den grünen Weg hinzu – dies sind Zweitveröffentlichungen auf offenen Repositorien – dann sind bei den Universitäten knapp die Hälfte (46%) und bei den AUF die Hälfte oder mehr aller erfassten wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträge offen zugänglich – bei der Max-Planck-Gesellschaft waren es im Jahr 2020 beispielsweise 59%.

Im internationalen Vergleich (siehe Abbildung 15; für eine Auswahl an Ländern und für die deutschen Organisationen entspricht diese auch Abbildung 2 in Abschnitt 1 dieses Berichts) von Gold-OA und hybrid-OA stehen die deutschen außeruniversitären Forschungsorganisationen allesamt an der Spitze. Lediglich Schweden (48%), die Niederlande (48%) und Österreich (46%) erreichen Werte oberhalb der

vier AUF. Die großen Länder China und USA liegen mit jeweils lediglich 21 bzw. 22% deutlich zurück. Nimmt man jedoch auch hier den grünen Weg hinzu, dann verändert sich das Bild ein wenig. In Großbritannien und Frankreich nehmen diese Publikationen große Anteile ein. Großbritannien erreicht dann einen Wert nur leicht hinter der Max-Planck-Gesellschaft. Frankreich und auch die Schweiz und Österreich stehen bei der gemeinsamen Betrachtung von Gold, hybrid und Grün mit Anteilen von 40% und mehr vor Deutschland.¹⁰

Abbildung 15: Anteile von OA-Publikationen (Gold+hybrid) der AUF und ausgewählter Vergleichsländer, 2020*



* Der deutsche Durchschnitt liegt deshalb unter allen Werten der deutschen Organisationen, weil es auch gemeinsame Publikationen von Organisationen gibt, die jedoch für Deutschland insgesamt nur einmal erfasst werden, während sie bei jeder Organisation in die Berechnung der Werte eingehen und damit mehrfach gezählt werden.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI

3.2.2 Wissenschaftliche Publikationen mit Unternehmen

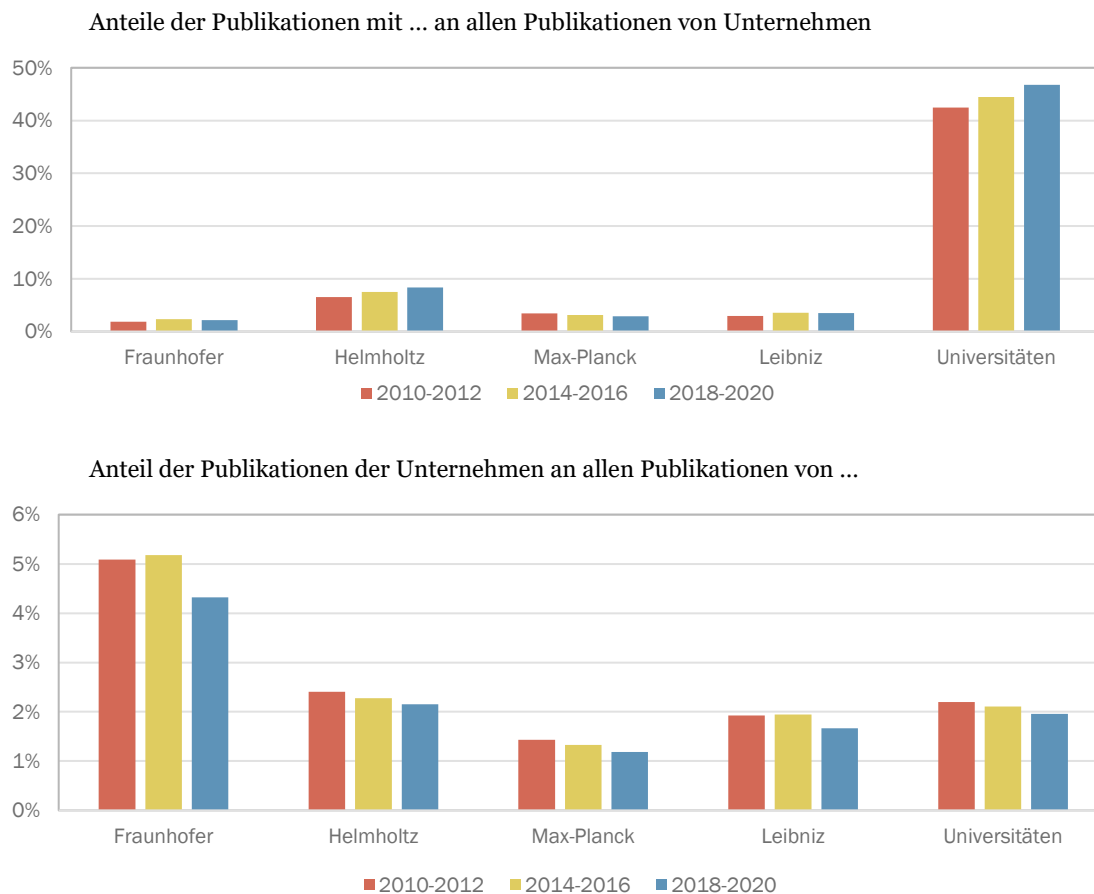
Um Innovationen hervorzubringen kooperieren Unternehmen, die in Deutschland für gut zweit Drittel der Aufwendungen und auch der Durchführung von Forschung und Entwicklung verantwortlich sind, in einigen Fällen direkt mit öffentlichen Forschungseinrichtungen im In- und Ausland. Zwar haben Unternehmen an einer öffentlichen Dokumentation und Diskussion ihrer Forschungsergebnisse beispielsweise in Form von wissenschaftlichen Veröffentlichungen meist kein Interesse. In

¹⁰ Die hier berichteten Relationen unter Berücksichtigung des grünen Wegs beziehen sich auf das Publikationsjahr 2019, da gerade aus den eigenen Repositorien mit deutlicherem Zeitverzug die OA-Informationen zur Verfügung zu stehen scheinen.

gemeinsamen Projekten der Verbundforschung, ausnahmsweise auch der direkten Auftragsforschung, entstehen bisweilen dennoch wissenschaftliche Publikationen. Pohl (2021) und auch Schubert und Frietsch (2018) konnten zeigen, dass gemeinsame Publikationen von Wissenschaft und Wirtschaft im Durchschnitt höhere Zitatraten erhalten als vergleichbare Veröffentlichungen und damit eine höhere Sichtbarkeit erreichen. Unternehmen beteiligen sich insbesondere aufgrund der Außenwirkung mit Blick auf Wettbewerber, potenzielle Kooperationspartner oder auch dem Kapitalmarkt am wissenschaftlichen Publizieren. Forschende in Unternehmen motiviert es aber auch, zum wissenschaftlichen Fortschritt beizutragen (Krieger et al. 2021). Wissenschaftliche Ko-Publikationen von Wissenschaft und Wirtschaft stellen somit einen Indikator für den wissenschaftlichen Austausch zwischen den Partnern dar.

In Abbildung 16 sind die Anteile der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Universitäten an allen Publikationen gemeinsam mit Unternehmen aus Deutschland dargestellt. Insgesamt nehmen Unternehmenspublikationen 3-4% aller wissenschaftlichen Publikationen in der Scopus-Datenbank ein. Die Anteile sind über die Zeit leicht rückläufig. Weitere 3-4% der deutschen Veröffentlichungen finden in Zusammenarbeit von deutschen Forschungseinrichtungen und internationalen Unternehmen statt (Schubert und Frietsch 2018). Diese Gruppe von Veröffentlichungen wird an dieser Stelle jedoch nicht berücksichtigt.

Abbildung 16: Gemeinsame Publikationen von und mit deutschen Unternehmen



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Zunächst lässt sich festhalten, dass mehr als die Hälfte aller Unternehmenspublikationen in Deutschland in Zusammenarbeit mit einer der außeruniversitären Forschungsorganisationen oder

einer der Universitäten stattfindet. Aufgrund der Größe der Gruppe haben die Universitäten mit zuletzt etwa 45% den größten Anteil. Dieser ist im Zeitverlauf angestiegen. Die Helmholtz Gemeinschaft steht bei 8% aller Unternehmenspublikationen mit auf der Liste der Autor:innen, die Leibniz Gemeinschaft, die Max-Planck-Gesellschaft und die Fraunhofer-Gesellschaft jeweils in 2-3% der Fälle. Dreht man jedoch die Perspektive um und bezieht die gemeinsamen Publikationen mit Unternehmen auf den gesamten Publikationsoutput der Organisationen, dann verschiebt sich das Bild. Bei der Fraunhofer-Gesellschaft waren es zuletzt gut 4%, bei der Helmholtz Gemeinschaft, der Leibniz Gemeinschaft und den Universitäten jeweils etwa 2% und bei der Max-Planck-Gesellschaft etwa 1% aller Publikationen, die gemeinsam mit Unternehmen entstehen. Für alle Organisationen gilt, dass die Anteile rückläufig sind. Dies ist damit zu begründen, dass Unternehmenspublikationen über die Zeit eine konstante Zahl erreichen, während die Anzahl der Veröffentlichungen aus der Wissenschaft insgesamt angestiegen ist.

3.2.3 Standard-relevante Publikationen

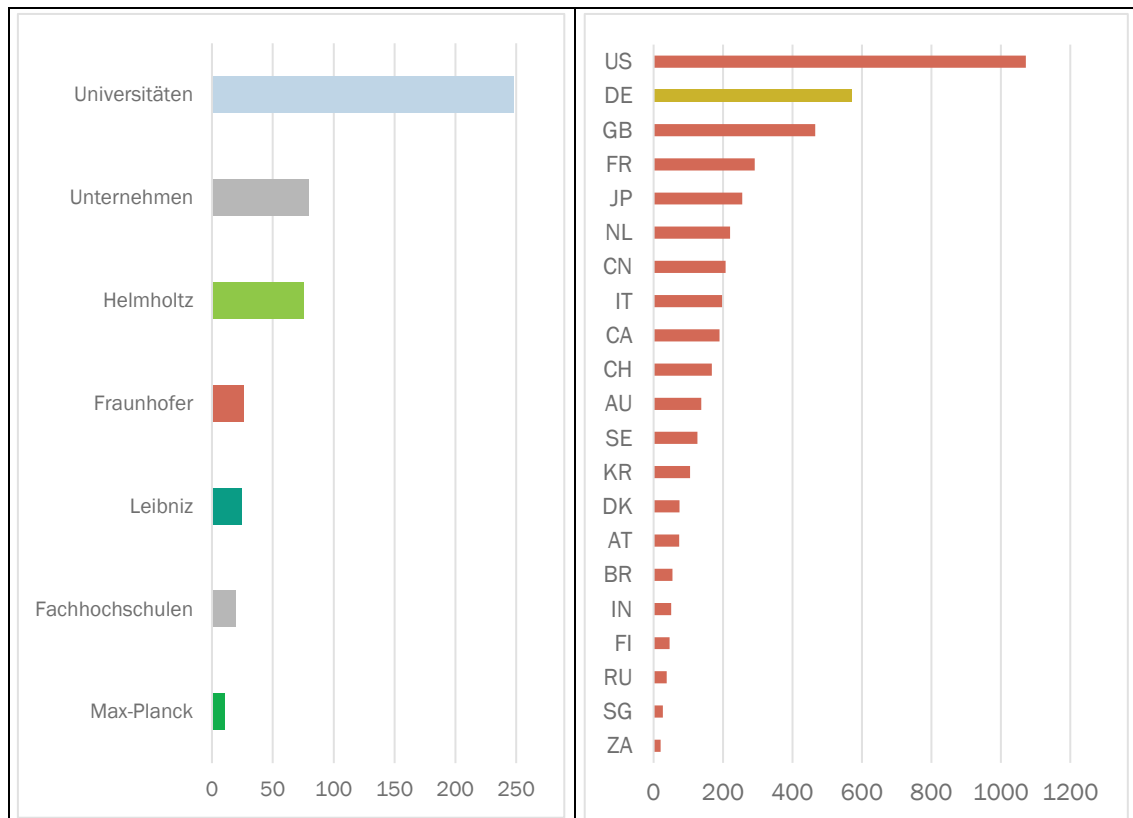
Obwohl die Bedeutung von Normen und Standards als Kanal für den Wissens- und Technologietransfer inzwischen akzeptiert wird, wurden bisher keine Indikatoren genutzt, um die Aktivitäten verschiedener Institutionen in Normungs- und Standardisierungsorganisationen zu messen. Dies liegt auch daran, dass Normen und Standards Dokumente sind, die in enger Zusammenarbeit verschiedener Akteure mit unterschiedlichem institutionellem Hintergrund erstellt werden. Sie sind daher in der Regel nicht mit Informationen zur Autorenschaft versehen. Es gibt jedoch indirekte Möglichkeiten, die Autor:innen, die zu Normen und Standards beigetragen haben, zu identifizieren. In der Literatur (Blind 2019) wurde gezeigt, dass sich standard-relevante Publikationen als normungs- und standardisierungsbasierte Indikatoren für den Wissens- und Technologietransfer eignen und von Forschungseinrichtungen, aber auch Unternehmen als solches genutzt werden können.

Standard-relevante Publikationen sind in der Bibliographie von Normen und Standards gelistet (Blind und Fenton 2021). Vor allem internationale Normen der Internationalen Normungsorganisation ISO decken viele technische Bereiche ab. Aus deren Referenzlisten lassen sich sowohl die Autor:innen als auch die Institutionen identifizieren, auf deren Beiträge internationale Normen aufbauen. Aktuell weisen die über 20.000 ISO-Standards und vergleichbare ISO-Dokumente (Stand: Ende 2020), die in der Publikationsanalyse berücksichtigt werden, knapp 600 Referenzen auf wissenschaftliche Publikationen aus der Datenbank SCOPUS mit Autor:innen aus Deutschland auf, die im Zeitraum von 2010 bis 2020 veröffentlicht wurden. Begrenzt man diesen Zeitraum nicht, dann werden fast 7.000 Publikationen erfasst (Hermann et al. 2020). Deutsche Autoren nehmen damit nach Wissenschaftler:innen aus den Vereinigten Staaten den zweiten Platz ein (siehe Abbildung 17, rechts), was Ergebnisse aus früheren Untersuchungen auf Basis von Web of Science bestätigt (Blind und Fenton 2021). Diese starke Diskrepanz rührt daher, dass im Durchschnitt 10 Jahre vergehen bis eine wissenschaftliche Publikation in einem internationalen Standard referenziert wird (Blind und Fenton 2021), wobei sich die Zeitspanne in den letzten Jahren reduziert hat. China liegt in dieser 10-Jahres-Perspektive noch zurück, holt aber schnell auf, denn bis zum Jahr 2017 wurden chinesische Publikationen in Standards gar nicht zitiert, d.h. der siebte Rang Chinas in der hier dargestellten Betrachtung basiert faktisch auf lediglich vier Beobachtungsjahren im Vergleich zu 10 Jahren bei allen anderen Ländern.

Klassifiziert man standardessenzielle Publikationen anhand der Systematik von Wissenschaftsfeldern (Herrmann et al. 2021), so ergibt sich, dass Publikationen aus der Medizin mit Abstand den ersten Rang einnehmen. Es folgen auf dem zweiten Platz Veröffentlichungen aus den Umweltwissenschaften und auf dem dritten Platz die Physik und Astronomie. Schließlich finden sich auf dem vierten Platz die Publikationen aus den Ingenieurwissenschaften, gefolgt von denen aus der Chemie und den Materialwissenschaften. Vermittelt über die fachlichen Profile der außeruniversitären

Forschungsorganisationen hat dies einen direkten Einfluss auf die Verteilung der in den Standards und Normen referenzierten Publikationen der Organisationen. Die Ingenieurwissenschaften liegen deshalb hier lediglich auf dem vierten Platz, da in dieser Disziplin vergleichsweise weniger international publiziert wird.

Abbildung 17: Anzahl standard-relevanter Publikationen der AUF, der Hochschulen und der deutschen Unternehmen (links) und ausgewählter Länder (rechts), 2010-2020



Quelle: Elsevier - Scopus; ISO; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Werden die in Standards referenzierten Autor:innen ihren entsprechenden Wissenschaftseinrichtungen zugeordnet, so ergibt sich die in Abbildung 17 (links) dargestellte Verteilung. Hierbei ist anzumerken, dass die sehr zahlreichen Beiträge der Ressortforschungseinrichtungen nicht ausgewiesen sind (Blind et al. 2020). Insgesamt wird die Verteilung der öffentlichen Forschungseinrichtungen aus Herrmann et al. (2020) bestätigt. Es zeigt sich, dass mit Abstand die meisten referenzierten Autor:innen an Universitäten arbeiten. Die zweite Position nehmen Publikationen von Unternehmen ein. Es folgen die Forschenden aus der Helmholtz-Gemeinschaft mit Abstand vor den Autor:innen aus der Fraunhofer-Gesellschaft und der Leibniz-Gemeinschaft. Die Forschenden aus der Max-Planck-Gesellschaft weisen nur geringe Referenzen in internationalen Standards auf, weil ihre Wissenschaftler:innen bisher nur in Ausnahmefällen in der internationalen Normung aktiv sind. Denn die aktive Teilnahme von Wissenschaftler:innen in der Normung erhöht die Wahrscheinlichkeit einer Referenzierung der eigenen Arbeiten in den schließlich publizierten Normen (Blind und Fenton 2021). Als Transferkanal beginnen die Forschungsorganisationen in Deutschland die Standardisierung gerade erst systematisch zu nutzen. So hat beispielsweise die Fraunhofer-Gesellschaft auf Basis einer internen Studie (Herrmann et al. 2020) die Bedeutung der Standardisierung für sich aufgewertet.

3.3 Ziel 3: Vernetzung vertiefen

Eines der wichtigsten Ziele im Pak für Forschung und Innovation war von Anfang an die Vernetzung der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen untereinander sowie mit den Hochschulen. Auch der internationale Austausch und die Einbindungen in internationale Netzwerke wurden stets betont. Klassische bibliometrische Indikatoren, die diese Aspekte in Teilen erfassen können, sind nationale und internationale Ko-Publikationen, die im Folgenden berichtet werden. Kooperationen werden aber stets durch Personen getragen. Während der informelle Austausch sich nur schwer messen lässt, spielen institutionalisierte Beziehungen zwischen Organisationen eine nicht unerhebliche Rolle. Neben expliziten Forschungsk Kooperationen, die im Rahmen einer bibliometrischen Analyse nicht erfassbar sind, können institutionelle Beziehungen einzelner Personen über deren Mehrfachaffiliationen (Ko-Affiliationen) erfasst werden.

Als weiteren Aspekt der Vernetzung, weniger der Organisationen direkt als vielmehr ihrer wissenschaftlichen Arbeiten, kann deren Interdisziplinarität angesehen werden. Der Austausch über Fachbereiche hinweg ermöglicht einerseits eine Rezeption und Nutzung von Ergebnissen aus anderen Bereichen. Andererseits erleichtert er die Kooperation über Institutionengrenzen hinweg. Gerade hinsichtlich der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren aus Forschung und Wissenschaft, wie sie beispielsweise in Campus-Modellen oder Cluster-Ansätzen betont werden, können durch die Auflösung disziplinärer Grenzen unterstützt werden.

Da Interdisziplinarität ein breites und mehrdimensionales Konstrukt ist (Frietsch et al. 2021), ist deren Erfassung über bibliometrische Indikatoren enge Grenzen gesetzt und bezieht sich dann nur auf die Interdisziplinarität des wissenschaftlichen Outputs. Was an dieser Stelle unter (verkürzt definierter) Interdisziplinarität verstanden wird, ist die Rezeption von Wissen in anderen Fachbereichen bzw. umgekehrt durch andere Fachbereiche.

3.3.1 Nationale und internationale Ko-Publikationen

Die Entwicklung der internationalen Ko-Publikationen ist in Abbildung 18 auf der rechten Seite dargestellt. Es zeigt sich, dass für alle Organisationen gemeinsame Publikationen mit internationalen Partnern an Bedeutung zugenommen haben. Bei der Max-Planck-Gesellschaft, der Helmholtz Gemeinschaft und der Leibniz Gemeinschaft verlangsamt sich der Zuwachs der Prozentwerte am aktuellen Rand. Die drei Organisationen haben jedoch bereits recht hohe Anteile¹¹ erreicht – dies gilt insbesondere für die MPG – so dass weitere Steigerungen kaum mehr möglich sind. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat unter den betrachteten Organisationen anteilig die wenigsten Veröffentlichungen gemeinsam mit internationalen Partnern verfasst.

Im Gegenzug – dies ist im unteren Teil von Abbildung 18 abgetragen – hat die Fraunhofer-Gesellschaft die höchsten Anteile an rein nationalen Ko-Publikationen¹² unter allen betrachteten Organisationen. Für die Max-Planck-Gesellschaft ergeben sich angesichts sehr hoher internationaler Ko-Publikationen

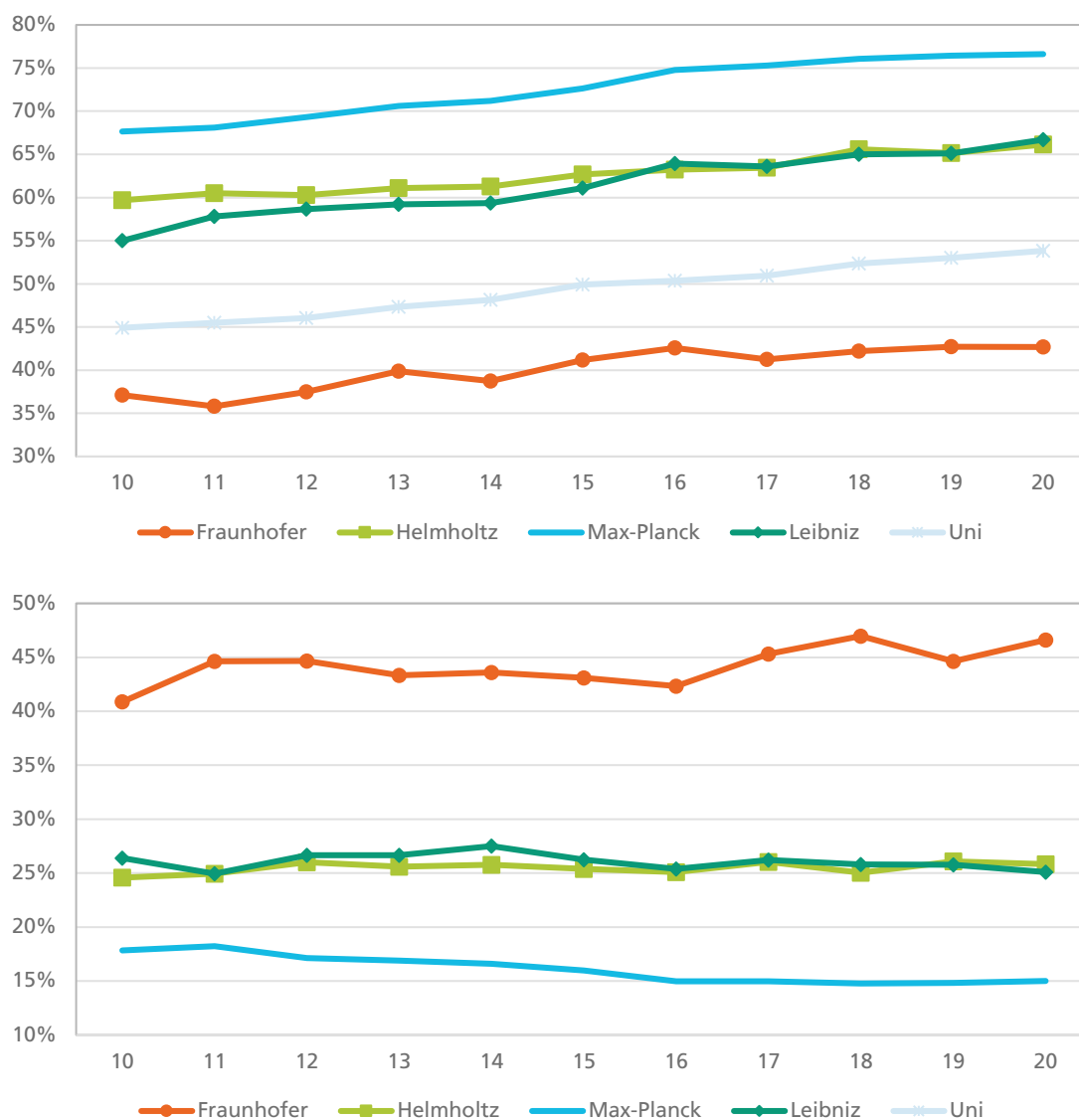
¹¹ Die optimale oder erstrebenswerte Höhe der Anteile internationaler Ko-Publikationen an allen Publikationen einer Organisation kann nicht empirisch bestimmt werden. Es ist jedoch offensichtlich, dass 100% nicht ein solcher Wert ist, d.h. dieser Wert kann nicht als Zielmarke für diesen Indikator definiert werden. Es zeigt sich in den empirischen Analysen jedoch, dass zwischen den Organisationen starke Unterschiede in der Höhe der Anteile internationaler Kooperationen bestehen, die sich entlang der Rolle (Mission) im Forschungsprozess (Grundlagen- bis Anwendungsforschung) festmachen lassen.

¹² In der hier gewählten Abgrenzung werden auf der einen Seite alle internationalen Ko-Publikationen (ggf. inkl. mehrerer nationaler Partner) und auf der anderen Seite die rein nationalen Ko-Publikationen erfasst. Dies bedeutet, dass Veröffentlichungen von zwei oder mehr deutschen Organisationen ausschließlich als internationale Ko-Publikation erfasst werden, sofern eine internationale Organisation mit aufgeführt wird, während bei nationalen Veröffentlichungen ausschließlich nationale Partner aufgeführt sein dürfen.

die niedrigsten Anteile rein nationaler Publikationen. Sie erreicht einen Wert von etwa 15 %. Die Leibniz Gemeinschaft und die Helmholtz Gemeinschaft sowie auch die Universitäten zeigen – von leichten Schwankungen abgesehen – ein Niveau von etwa 25 % rein nationaler Kooperationen, die in Veröffentlichungen münden.

Insgesamt lassen sich drei wesentliche Erkenntnisse ableiten. Erstens finden substantielle Anteile des wissenschaftlichen Outputs in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen statt – national oder international. Die Summe aus nationalen und internationalen Ko-Publikationen bewegt sich für alle außeruniversitären Organisationen auf einem ähnlich hohen Niveau von etwa 90%. Zweitens nehmen für alle Organisationen die internationalen Kooperationen an Bedeutung zu. Drittens zeigt sich, dass die Grundlagenforschung deutlich internationaler orientiert ist während die angewandte Forschung einen Schwerpunkt auf nationale Kooperationen legt.

Abbildung 18: **Anteile internationaler (oben) und rein nationaler (unten) Ko-Publikationen* der AUF und der Universitäten**

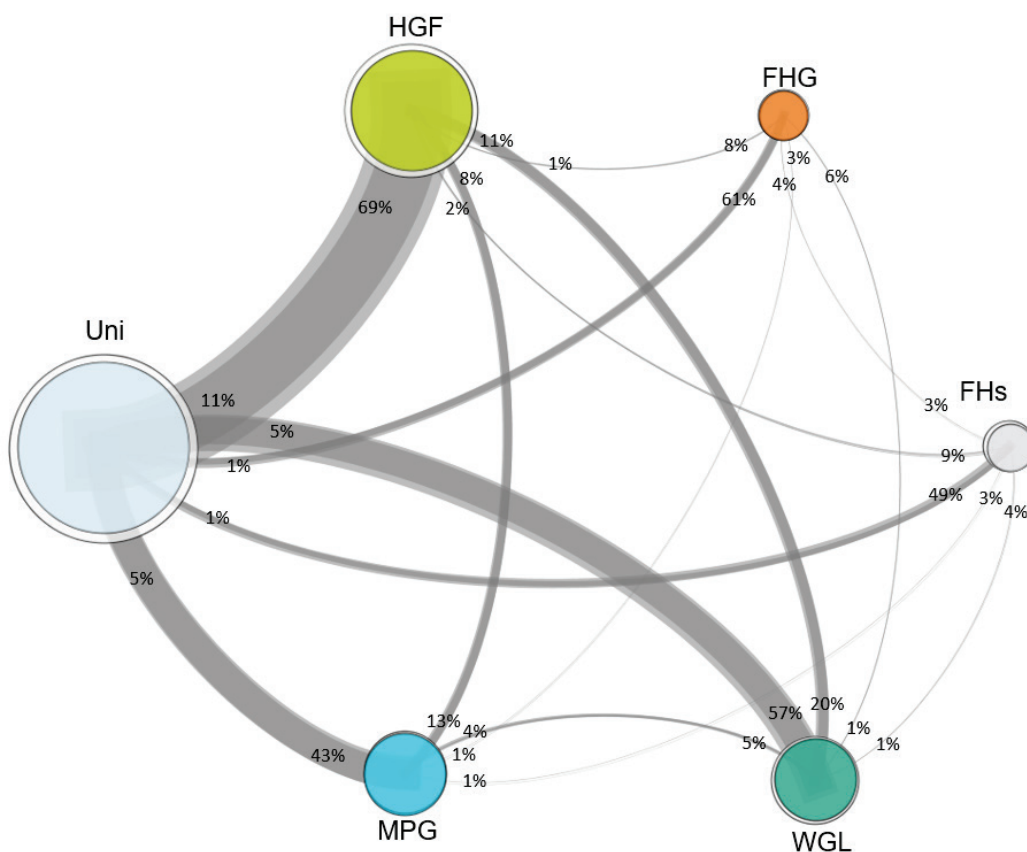


* Hierin enthalten sind auch Autor:innen mit mehr als einer Affiliation.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Bezogen auf die Zusammenarbeit mit nationalen Partnern – in diesem Fall ggf. inklusive internationaler Ko-Publikationen – zeigt Abbildung 19 die Relationen der jeweiligen Ko-Publikationen in der Periode 2016-2020, sowie die jeweiligen Anteile von Ko-Publikationen an allen Publikationen der Organisationen. Mit Ausnahme der MPG haben alle Organisationen die absolute Zahl der nationalen Ko-Publikationen in der Periode 2016-2020 gegenüber der Vorperiode gesteigert. Die weitaus meisten Ko-Publikationen verfassen die vier außeruniversitären Forschungsorganisationen gemeinsam mit Universitäten. Die HGF bei 69% der Publikationen, bei der FhG sind es 61%, bei der WGL 57% und bei der MPG 43%. Umgekehrt nehmen die AUF auch für die Universitäten an Bedeutung als Partner bei Publikationen zu. 11% aller Veröffentlichungen der Universitäten finden gemeinsam mit der Helmholtz Gemeinschaft statt, jeweils 5% gemeinsam mit der Leibniz Gemeinschaft oder der Max-Planck-Gesellschaft. Fraunhofer und auch die Fachhochschulen sind in etwa 1% aller Veröffentlichungen der Universitäten als Partner beteiligt. Insgesamt hat die Vernetzung der Forschungseinrichtungen in Deutschland damit zugenommen, in den meisten Fällen mit den Hochschulen – sowohl mit den Universitäten als auch den Fachhochschulen. Innerhalb der AUF findet sich kein einheitliches Bild. In manchen Fällen haben die gemeinsamen Veröffentlichungen etwas zugenommen, in anderen Fällen etwas abgenommen.

Abbildung 19: Netzwerk der Ko-Publikationen der AUF und der Hochschulen in den Perioden 2011-2015 und 2016-2020.



Hier werden, im Unterschied zu Abbildung 18, alle nationalen Ko-Publikationen berücksichtigt, also auch diejenigen bei denen zusätzlich auch ausländische Affiliationen genannt wurden.

Anmerkung: Größe der Knoten: Gesamtzahl der Ko-Publikationen der jeweiligen Einrichtung, Dicke der Linien: Ko-Publikationen Einrichtung X mit Einrichtung Y, Anteile: Kantenbeschriftung: Anteil der Ko-Publikationen der Einrichtung X mit Einrichtung Y an der Anzahl der gesamten Publikationen der jeweiligen Einrichtungen in Pakt III (2016-2020). Die Werte pro Einrichtung addieren sich nicht auf 100%, da auch Ko-Publikationen mit anderen Einrichtungen, bspw. außerhalb Deutschlands existieren sowie Publikationen, auf denen nur Angehörige der jeweiligen Einrichtung als Autoren gelistet sind.

Lesebeispiel Kantenbeschriftung: Der Anteil der Ko-Publikationen der Universitäten mit der Helmholtz-Gemeinschaft entspricht 11% aller Publikationen der Universitäten und 69% aller Publikationen der Helmholtz-Gemeinschaft.

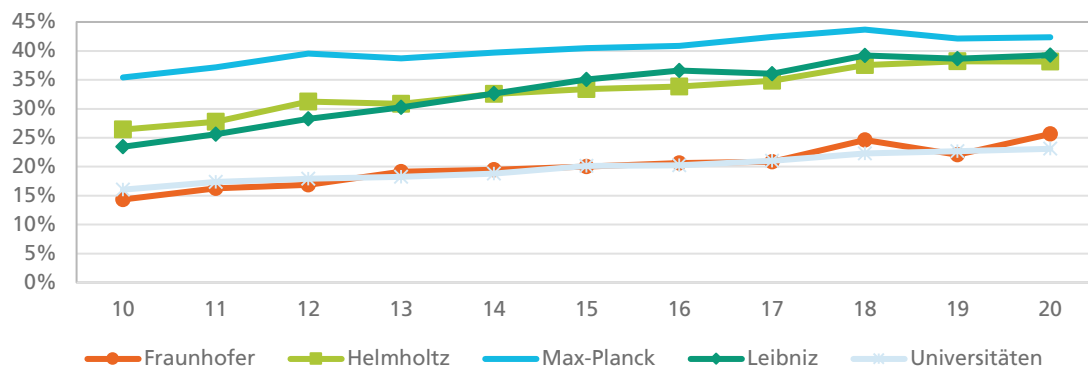
Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

3.3.2 Mehrfachaffiliationen

Einen Teil der Erklärung für nationale Publikationen sind Mehrfachaffiliationen (Ko-Affiliationen) einzelner Personen, die sowohl mit der einen als auch der anderen Organisation verbunden sind. Mehrfachaffiliationen bilden in dieser Betrachtungsperspektive die Vernetzung zwischen Organisationen über Personen ab. Die Daten zu den Autor:innen der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Universitäten sind in Abbildung 16 im Zeitverlauf abgetragen. Dabei sind nicht nur nationale, sondern gegebenenfalls auch internationale Affiliationen der Autor:innen berücksichtigt. Aus Sicht der jeweiligen Organisation handelt es sich dabei also um einen Indikator der Intensität der Vernetzung.

Auch bei diesem Indikator lässt sich in der Beobachtungsperiode für alle betrachteten Organisationen eine Zunahme der Werte feststellen. Die Universitäten und die Fraunhofer-Gesellschaft weisen dabei die wenigsten Autorinnen mit einer zweiten Affiliation auf. Die Max-Planck-Gesellschaft hat mit 42% im Jahr 2020 die höchsten Anteile von Personen mit einer zweiten Affiliation neben der an einer Max-Planck-Institution. Die Helmholtz und die Leibniz Gemeinschaft haben in der Beobachtungsperiode ihre Anteile deutlich ausgeweitet und erreichten zuletzt ein Niveau von knapp 40% (im Jahr 2020).

Abbildung 20: Anteile von Autor:innen mit (mindestens) einer zweiten Affiliation im In- oder Ausland



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

In Tabelle 1 sind die Verschränkungen der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen, der Hochschulen sowie Unternehmen über Ko-Affiliationen dargestellt. Die unterste Zeile zeigt die Anteile der nationalen Ko-Affiliationen, d. h. im Umkehrschluss bedeutet die Differenz die Anteile der internationalen Ko-Affiliationen. Im Fall der Universitäten entfallen lediglich 35,7% der zweiten Affiliationen auf eine nationale Einrichtung und entsprechend ca. 64,3% auf internationale Einrichtungen. Auch die Max-Planck-Gesellschaft erreicht mit etwa 43,5% hohe Anteile internationaler Ko-Affiliationen. Die stärker anwendungsorientierten Organisationen Fraunhofer und Helmholtz haben hingegen Anteile weit über 80% bei nationalen Ko-Affiliationen. Für die Leibniz Gemeinschaft lassen sich 82,8% nationale und entsprechend 17,2% internationale Verbindungen

feststellen. Unter anderem auf Grund der Hohen Anteile von Geistes- und Sozialwissenschaften im Profil der WGL, die in ihren fachlichen/thematischen Schwerpunkten stark national ausgerichtet sind, sind hohe Anteile nationaler Ko-Affiliationen erwartbar.

Tabelle 1: **Anteile der Autor:innen der AUF und der Hochschulen sowie der Unternehmen mit mehr als einer Affiliation nach Zweitaffiliation, 2018-2020**

	Fraunhofer	Helmholtz	Max-Planck	Leibniz	Universitäten	Unternehmen in DE	FHS
Fraunhofer		0.4%	0.2%	0.7%	1.7%	5.7%	0.6%
Helmholtz	4.3%		6.3%	16.6%	17.5%	8.0%	7.8%
Max-Planck	1.5%	3.9%		2.1%	6.8%	2.1%	2.9%
Leibniz	3.3%	7.6%	1.6%		6.8%	3.7%	2.4%
Universitäten	73.4%	73.7%	46.5%	62.0%		50.6%	54.2%
Unternehmen in DE	5.7%	0.8%	0.3%	0.8%	1.2%		1.3%
FHS	0.8%	1.0%	0.6%	0.7%	1.6%	1.7%	
Nationale Ko-Affiliation*	88.9%	87.4%	55.6%	82.8%	35.7%	71.7%	69.3%

Lesehilfe: Angegeben sind die Spaltenprozentage; Beispiel: 4,3% der Fraunhofer-Autor:innen mit einer zweiten Affiliation haben diese bei Helmholtz, umgekehrt haben lediglich 0,4% der Helmholtz-Autor:innen mit einer zweiten Affiliation diese bei Fraunhofer.

* Dies entspricht der Summe der hier gelisteten Affiliationstypen. Die jeweils übrigen Anteile sind mit anderen Affiliationen, meist im Ausland verbundene Autor:innen.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Für alle Forschungsorganisationen gilt, dass die deutschen Universitäten in den meisten Fällen die jeweilige Ko-Affiliation darstellen. Bei der FhG und der HGF ist dies nahezu in drei Vierteln aller Fälle so, bei der WGL bei 62% und bei der MPG in weniger als der Hälfte der Fälle. Enge Verbindungen über Personen, die an beiden Einrichtungen affiliert sind, zeigen sich jeweils bei der Leibniz und der Helmholtz Gemeinschaft sowie bei den Universitäten und der Helmholtz Gemeinschaft. Die geringsten Anteile zeigen sich zwischen der Fraunhofer- und der Max-Planck-Gesellschaft.

3.3.3 Interdisziplinarität

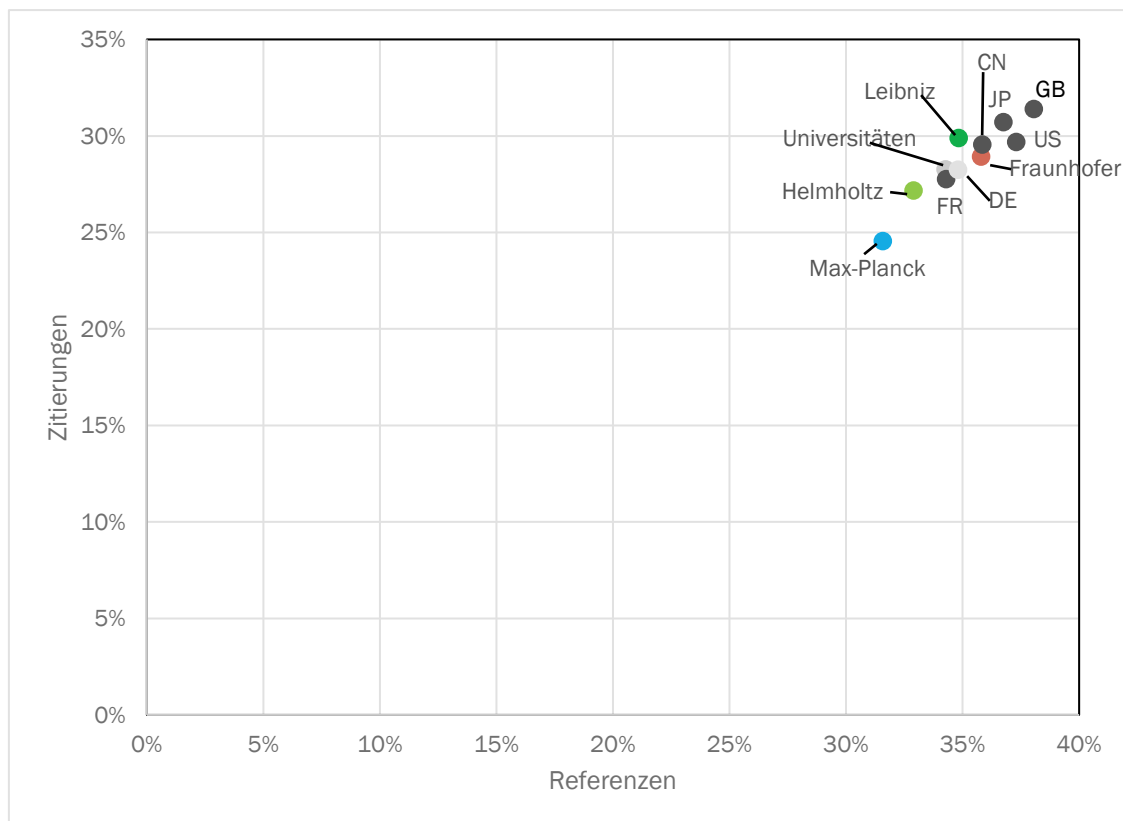
Interdisziplinarität ist definiert als die Nutzung von Kompetenzen, Perspektiven, Wissen oder Methoden aus anderen wissenschaftlichen Disziplinen. Auf dieser Grundlage werden an dieser Stelle zwei Indikatoren präsentiert. Es handelt sich dabei einerseits um die interdisziplinäre Nutzung in den Veröffentlichungen (gemessen durch Referenzen) der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Universitäten. Andererseits wird umgekehrt betrachtet, wie andere Disziplinen die Arbeiten der AUF nutzen (gemessen durch Zitierungen). In Abbildung 21 sind die beiden Indikatoren für die AUF, die Universitäten und ausgewählte Vergleichsländer für das Publikationsjahr 2018¹³ dargestellt.

¹³ 2018 ist auf Grund der Nutzung eines dreijährigen Zitationsfensters - d.h. wir betrachten alle Zitierungen im Publikationsjahr und den folgenden beiden Jahren - das letzte verfügbare Jahr.

Insgesamt zeigen sich die vier außeruniversitären Forschungsorganisationen sowohl bei den Referenzen als auch bei den Zitierungen sehr unterschiedlich interdisziplinär ausgerichtet. Hier scheinen sowohl die Forschungsorientierung als auch die disziplinäre Ausrichtung einen Einfluss auf die Positionierung zu haben. Während die Max-Planck-Gesellschaft in diesem Vergleich am unteren Ende rangiert – jedoch auf beiden Dimensionen im Zeitverlauf die Anteile nennenswert erhöhen konnte – liegen die Fraunhofer Gesellschaft und die Leibniz Gemeinschaft deutlich oberhalb des deutschen Durchschnitts. Die Universitäten und auch die Helmholtz Gemeinschaft reihen sich dazwischen ein. Im internationalen Vergleich liegen Fraunhofer und Leibniz auf einem ähnlichen Niveau wie Japan und nur wenig hinter den USA und China, während Großbritannien auf beiden Dimensionen etwas höhere Werte vorweisen kann. Eine Zunahme der Indikatorwerte – und damit der Interdisziplinarität, wie sie hier gemessen wird – lässt sich für alle Organisationen und Länder feststellen. Die deutschen AUF und die Universitäten waren hier allerdings in der Beobachtungsperiode etwas dynamischer als die hier betrachteten Vergleichsländer.

Für zukünftige Analysen könnte es interessant sein, eine Differenzierung nach Disziplinen vorzunehmen und dann Unterschiede innerhalb von Ländern bzw. Ähnlichkeiten von Disziplinen zwischen Ländern zu untersuchen.

Abbildung 21: Anteile von Referenzen auf und Zitierungen aus anderen Fachbereichen, 2018*



* Auf Grund der Berücksichtigung von Zitierungen in einem Drei-Jahres-Fenster ab Publikation ist das Publikationsjahr 2018 das letzte vollständig erfasste Jahr bei dieser Analyse.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

3.4 Ziel 4: Die besten Köpfe gewinnen und halten

Deutschland ist als wissenschafts- und innovationsorientiertes Land auf die Qualifikationen, Kompetenzen und die Kreativität der Beschäftigten angewiesen. Für Wissenschaftseinrichtungen gilt dies in besonderem Maß, denn hier wird Wissen angewendet und neues Wissen hervorgebracht. Das vierte Ziel im Pakt IV adressiert entsprechend die Attraktivität der Organisationen – und des Wissenschaftsstandorts Deutschland als Ganzes – als auch die Bereitstellung von chancengerechten Rahmenbedingungen. Auf Basis bibliometrischer Daten können Laufbahnen und Entwicklungspfade innerhalb der Forschungsorganisationen nicht abgebildet werden und damit unter anderem auch die Gender-Dimension bei Führungspositionen nicht untersucht werden. Bezogen auf den Publikationsoutput sind jedoch sowohl Anteile von Frauen und Männern erfassbar als auch die Attraktivität des Forschungsstandorts für international qualifizierte Personen abschätzbar. Auch die Frage, ob man "die besten Köpfe" in einem Forschungsfeld in seinen Reihen hat, lässt sich mit bibliometrischen Indikatoren bewerten.

Im Rahmen dieses Zielfelds werden im Folgenden die Anteile von hochzitierten Wissenschaftler:innen (Highly Cited Researcher, HCR) unter allen Autor:innen der Organisationen berichtet. Als zweiter Indikator werden die Anteile von Autor:innen mit einer zusätzlichen Affiliation im Ausland berechnet. Die Attraktivität des Standorts Deutschland durch das Gewinnen und Halten von international qualifiziertem bzw. erfahrenem Personal soll sich darin reflektieren. Als dritter Indikator werden die Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen der Forschungsorganisationen im nationalen und internationalen Vergleich berichtet und insbesondere die Veränderung dieser Anteile über die Zeit diskutiert, um die Frage nach der Erhöhung der Zahl von Frauen in den Wissenschaftsorganisationen zu adressieren.

3.4.1 Hochzitierte Wissenschaftler:innen

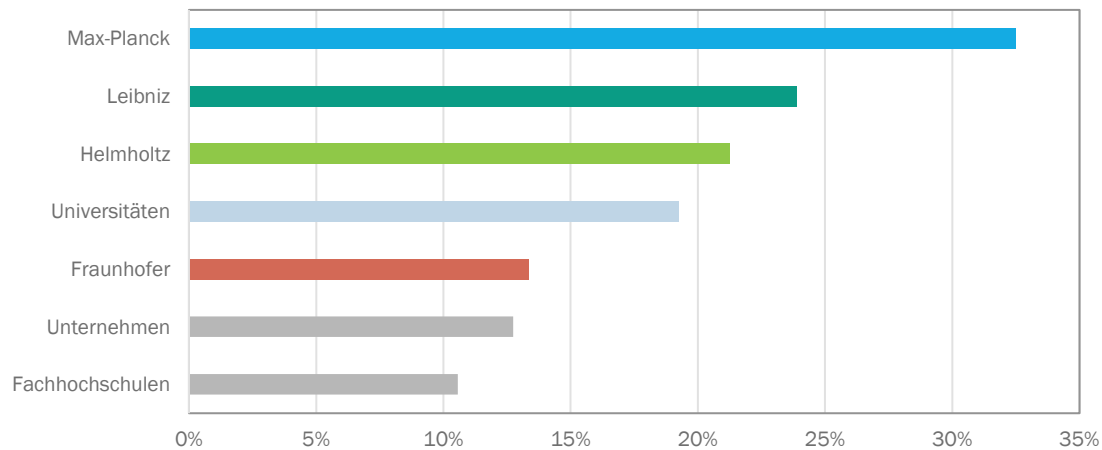
Hochzitierte Wissenschaftler:innen werden untersucht, weil auch hier angenommen wird, dass über die Zitierungen die Sichtbarkeit ihrer wissenschaftlichen Arbeiten bzw. deren Qualität abgebildet werden kann. Besonders hochzitierte Wissenschaftler:innen haben entsprechend besonders sichtbare bzw. qualitativ hochwertige Arbeiten publiziert. Abbildung 22 (diese ist identisch mit Abbildung 5 in Abschnitt 1 dieses Berichts) zeigt die Anteile für die außeruniversitären Forschungsorganisationen, die Hochschulen und auch die Unternehmen, die wissenschaftlich publizieren für das Jahr 2016.¹⁴ Zugrunde liegt ein Fünfjahres-Zitation-Fenster weswegen das Jahr 2016 das letzte vollständig verfügbare und analysierbare Jahr darstellt. Bei der Max-Planck-Gesellschaft gehören 32,5% aller Autoren zu dieser Gruppe. Dies bedeutet, dass ein Drittel alle Publizierenden der Max-Planck-Gesellschaft in ihren jeweiligen Feldern zu dem Personenkreis der 10% am höchsten zitierten Wissenschaftler:innen gehören. Dies ist ein bemerkenswerter Wert. Bei der Leibniz Gemeinschaft gehörte im Jahr 2016 fast ein Viertel dieser Gruppe an, bei der Helmholtz Gemeinschaft waren es mit 21,2% ebenfalls deutlich mehr als der weltweite Durchschnittswert (10%) für diesen Indikator erwarten ließe. Auch alle anderen hier betrachteten Forschungseinrichtungen liegen oberhalb dieses Erwartungswerts. Die Universitäten erreichten ein Niveau von 19,4%, die Fraunhofer-Gesellschaft von 13,3%, die Unternehmen von 12,5% und die Fachhochschulen von 10,9%.

Für die außeruniversitären Forschungsorganisationen gilt, dass – von jährlichen Schwankungen abgesehen – ein jeweils stabiles Niveau von hochzitierten Wissenschaftler:innen erreicht wird. Dabei lässt sich für alle Organisationen eine leicht steigende Tendenz feststellen. Dies unterstreicht die

¹⁴ Um eine stabilere Erfassung zu ermöglichen, liegt diesen Analysen ein 5-Jahres-Zitationsfenster zugrunde, weshalb das Publikationsjahr 2016 das letzte verfügbare Jahr darstellt.

Attraktivität und die Qualität der deutschen Forschungsorganisationen bzw. des Wissenschaftsstandorts Deutschland.

Abbildung 22: Anteile hochzitatierter* Wissenschaftler:innen, Publikationsjahr 2016**



* Als hochzitiert gelten Autor:innen in dieser Darstellung dann, wenn sie zu den Top-10% eines Jahres in der Summe aller erhaltenen Zitierungen in einem Wissenschaftsfeld zählen. Einbezogen werden alle Autor:innen mit der gleichen Zahl an Zitierungen wie die Person, die an der 10%-Schwelle eines Feldes steht. Faktisch sind es also etwas mehr als 10% der Autor:innen, die hier Berücksichtigung finden. Der dargestellte Anteil für die Organisationen berechnet sich in Relation zu allen Autor:innen einer Organisation.

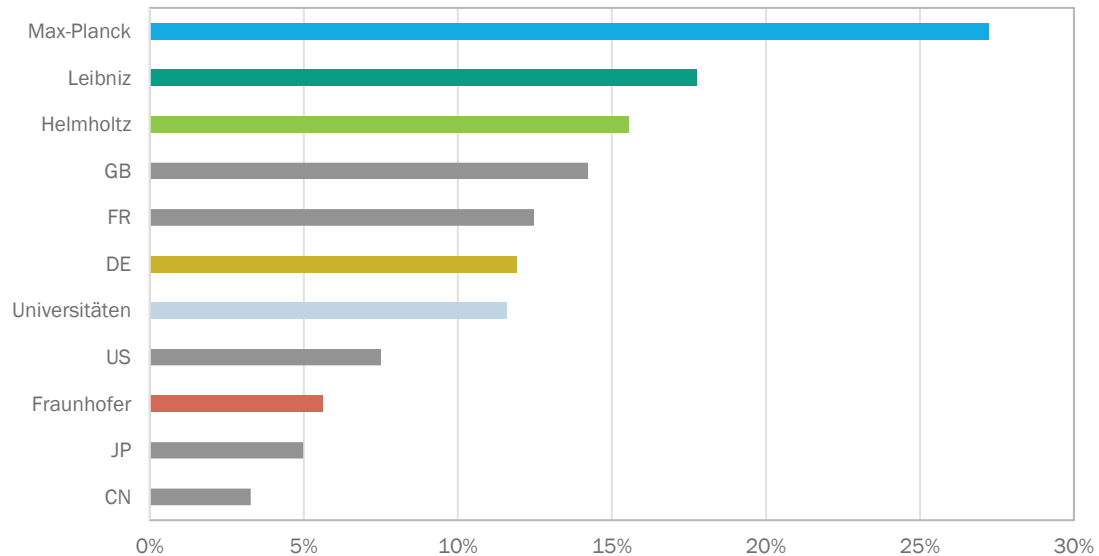
** Da den Analysen ein 5-Jahres-Zitations-Fenster zugrunde liegt, ist das Jahr 2016 das letzte verfügbare Berichtsjahr. Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

3.4.2 Attraktivität des Wissenschaftsstandorts Deutschland

Neben der Vernetzung einzelner Einrichtungen können Mehrfachaffiliationen im Ausland auch dahingehend interpretiert werden, dass hierdurch das Halten oder Gewinnen von Wissenschaftler:innen aus dem Ausland bzw. mit Verbindungen ins Ausland bewertet werden kann. Die Anteile von Autor:innen der vier außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Universitäten mit einer zweiten Affiliationen im Ausland sind im Vergleich zu den Anteilen ausgewählter Länder in Abbildung 23 dargestellt. Die Max-Planck-Gesellschaft liegt aufgrund der Ausrichtung auf Grundlagenforschung in zahlreichen Wissenschaftsgebieten mit 27,2% im Jahr 2020 – dies entspricht mehr als 3.000 Personen – ihrer Wissenschaftler:innen mit einer zusätzlichen Affiliation im Ausland im nationalen und internationalen Vergleich deutlich vorne. Dies bedeutet, dass die Max-Planck-Gesellschaft sowohl als Partner als auch als Forschungsstandort für international vernetzte Wissenschaftler:innen attraktiv ist. Im Zeitverlauf ist dieser Anteil um wenige Prozentpunkte zurückgegangen.

Die Leibniz Gemeinschaft erreicht ein Niveau von 17,8% und verzeichnet im Zeitverlauf einen leicht steigenden Trend. Für die Helmholtz Gemeinschaft gehen die Anteile von Personen mit einer Affiliation im Ausland im Zeitverlauf leicht zurück und erreichen im Jahr 2020 ein Niveau von 15,5%. Alle drei genannten Forschungsorganisationen liegen mit diesen Anteilen noch vor den jeweiligen Werten in Großbritannien (14,2%), Frankreich (12,5%) sowie Deutschland (11,9%) insgesamt. Die Universitäten liegen leicht hinter dem deutschen Durchschnitt mit 11,6% und im Fall der Fraunhofer-Gesellschaft waren 5,6% der Autor:innen im Jahr 2020 gleichzeitig mit einer ausländischen Organisation affiliert. Von leichten Schwankungen abgesehen waren die Werte für die Universitäten und die FhG im Beobachtungszeitraum recht konstant.

Abbildung 23: **Anteile von Autor:innen mit einer zweiten Affiliation im Ausland – außeruniversitäre Forschungsorganisationen, Hochschulen und ausgewählte Länder im Vergleich, 2020**

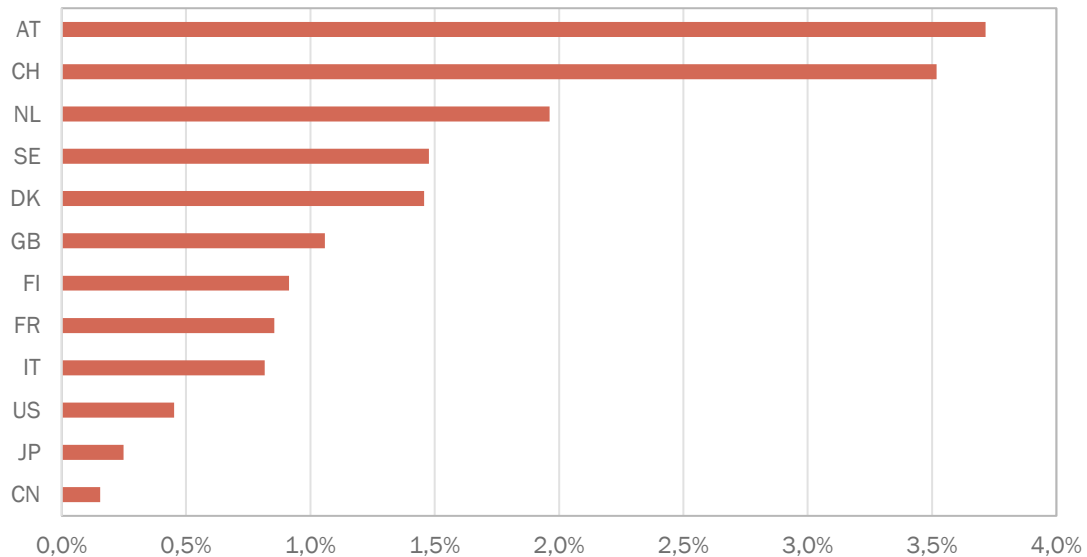


Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Insgesamt ist damit die Internationalisierung der Autorinnen in Deutschland auf einem etwas niedrigeren Niveau als in Großbritannien und Frankreich, aber noch vor den Werten in den USA und deutlich vor den asiatischen Ländern China und Japan. Die deutschen Werte gingen im Zeitverlauf jedoch leicht zurück.

In Abbildung 24 sind die Anteile von Autorinnen mit deutscher Affiliation aus der Sicht des jeweiligen Partnerlandes der zweiten Affiliation dargestellt. Es zeigt sich, dass im Jahr 2020 knapp 4% aller Autorinnen mit einer institutionellen Zuordnung zu einer deutschen Einrichtung gleichzeitig auch eine österreichische Affiliation hatten. Im Fall der Schweiz sind es 3,5% und die Niederlande, die an dritter Stelle rangieren, erreichen einen Wert von knapp 2%. Schweden und Dänemark stehen für jeweils etwa 1,5 % der Ko-Affiliationen im Ausland noch vor Großbritannien oder auch Frankreich, die als europäische Partnerländer bzw. Nachbarländer sowie als starke Wissenschaftsnationen mit nennenswertem Publikationsoutput mit knapp über bzw. knapp unter einem Prozent deutlich seltener auf den Veröffentlichungen von Personen mit mehr als einer Affiliation vorkommen.

Abbildung 24: Anteil Autor:innen, die zusätzlich zu der Affiliation in dem jeweiligen Land auch eine Affiliation in Deutschland haben, 2020



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

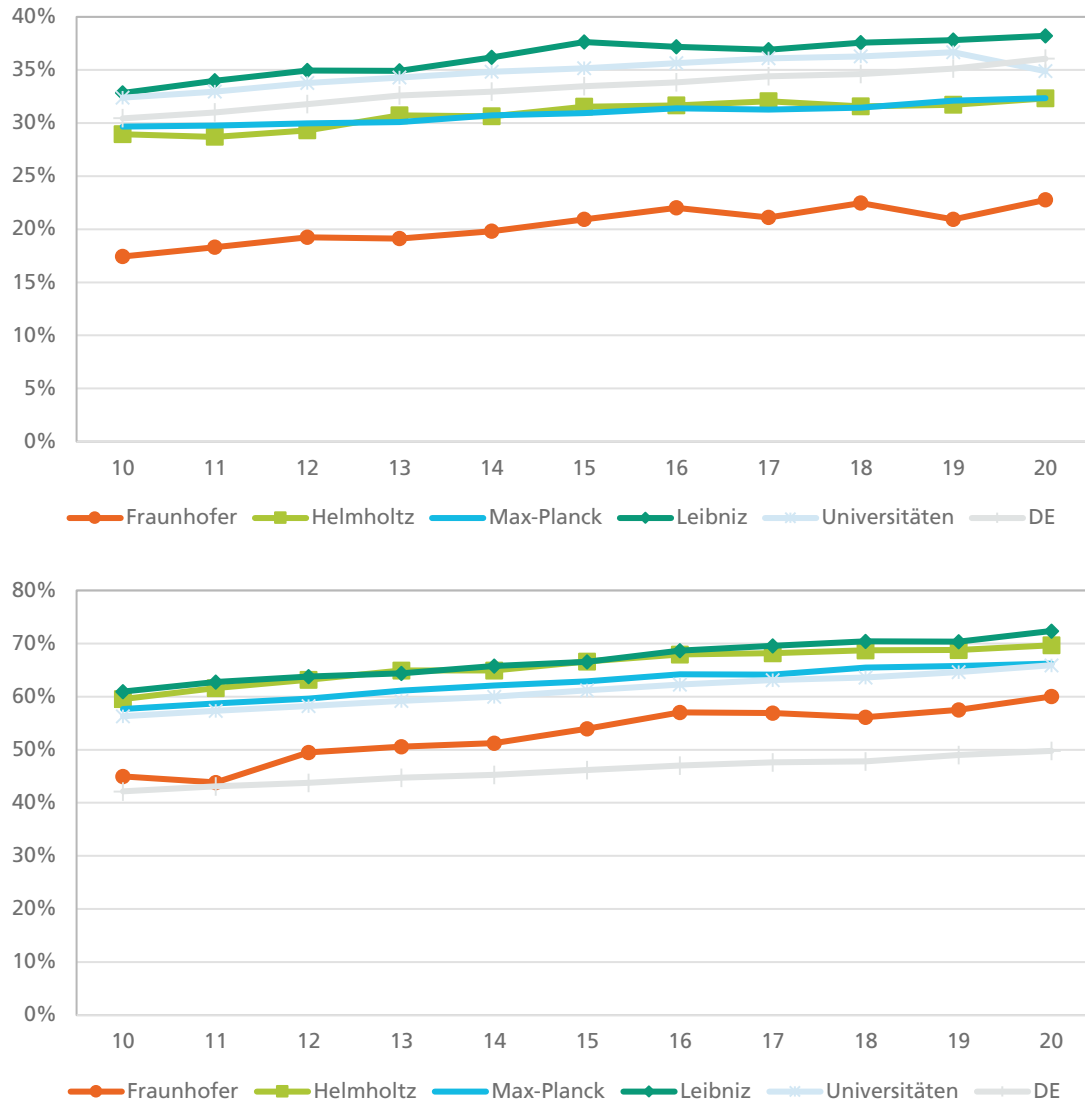
3.4.3 Gleichstellung von Frauen und Männern

Die Gleichstellung von Männern und Frauen ist ein wesentliches Ziel im Pakt für Forschung in Innovation. Während in der Breite dieses Ziel an dieser Stelle nicht abgebildet werden kann, lässt sich der wissenschaftliche Output von Frauen und Männern recht gut darstellen und bewerten (Busolt und Kugele 2009; Frietsch et al. 2009; van Arensbergen et al. 2012; Bühner und Frietsch 2020).

In Abbildung 25 (oben) sind zunächst die Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen der außeruniversitären Forschungsorganisationen und der Universitäten dargestellt. Für alle Organisationen lässt sich im Zeitverlauf eine Zunahme der Anteile von Autorinnen feststellen. Bei der Leibniz Gemeinschaft waren im Jahr 2020 38% aller Autor:innen weiblich und bei den Universitäten lag der Anteil mit knapp 35% zuletzt leicht unterhalb des deutschen Durchschnitts. Die Max-Planck-Gesellschaft und die Helmholtz Gemeinschaft bewegen sich jeweils auf einem ähnlichen Niveau und erreichten im Jahr 2020 einen Frauenanteil von 32% unter den Autor:innen. Auch bei der Fraunhofer-Gesellschaft war der Anteil in längerer Perspektive gestiegen, wenngleich etwas stärker schwankend, und erreichte im Jahr 2020 ein Niveau von 23%.

Im unteren Teil von Abbildung 25 sind die Anteile von Publikationen mit mindestens einer Frau im Autor:innen-Team an allen Publikationen der Organisationen dargestellt. Auch bei diesem Indikator steigen die Kennzahlen für die außeruniversitären Forschungsorganisationen, die Universitäten und für Deutschland insgesamt im Zeitverlauf an.

Abbildung 25: Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen (oben) und Anteile von Publikationen mit mindestens einer Frau* (unten) unter allen Publikationen der AUF und der Universitäten



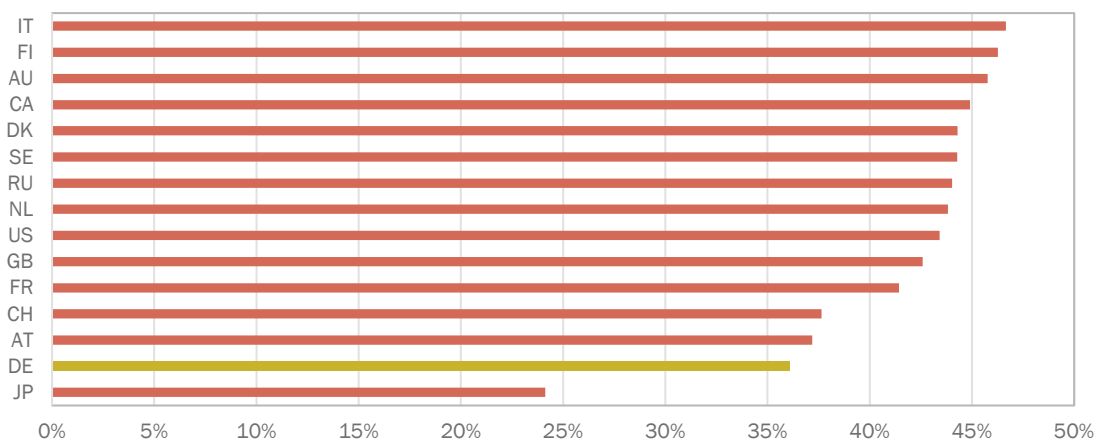
* Auf Grund von gemeinsamen Veröffentlichungen der Organisationen kommt es zu Mehrfachzählungen, was bei der Berechnung der Kennwerte für Deutschland insgesamt nicht auftritt. Daher sind alle Anteile der AUF und der Universitäten höher als der deutsche Wert insgesamt.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Auch wenn für alle Forschungsorganisationen und die Universitäten eine Zunahme der Frauenanteile zu verzeichnen ist, bleibt Deutschland insgesamt und auch die einzelnen Organisationen im internationalen Vergleich weiterhin zurück. Unter den in Abbildung 26 dargestellten Ländern belegt Deutschland den vorletzten Platz vor Japan, knapp hinter Österreich und der Schweiz. Diese Rangfolge zeigt sich mittlerweile seit mehreren Jahren und gar Jahrzehnten. Daran hat sich bisher wenig geändert. Allerdings haben Deutschland, Österreich und die Schweiz stärker zu den anderen Ländern aufgeschlossen. Während Italien bereits seit mehreren Jahrzehnten zu den Spitzenreitern im internationalen Vergleich bei Gender-Indikatoren gehört, hatte Frankreich, das noch in den 1990er und frühen 2000er Jahren bei internationalen Vergleichen ebenfalls in der Spitzengruppe zu finden war, eine geringere Dynamik als die meisten anderen Länder erfahren, erreicht aber dennoch einen

Wert von 41%. Die skandinavischen Länder Dänemark und Schweden haben Autorinnen-Anteile von etwa 44%. Italien, wie auch Finnland, ist mit 47% einer paritätischen Verteilung von Männern und Frauen unter den Autor:innen schon recht nahe. Ein Einfluss auf diese Anteile haben laut wissenschaftlicher Literatur nicht nur die Disziplinen-Strukturen, die Verfügbarkeit von Kinderbetreuung und allgemeine kulturelle Unterschiede, sondern auch die Einkommenshöhe in Forschungseinrichtungen und Universitäten in Relation zu anderen Berufen (Busolt und Kugele 2009; Frietsch et al. 2009; Mauleon und Bordons 2010).

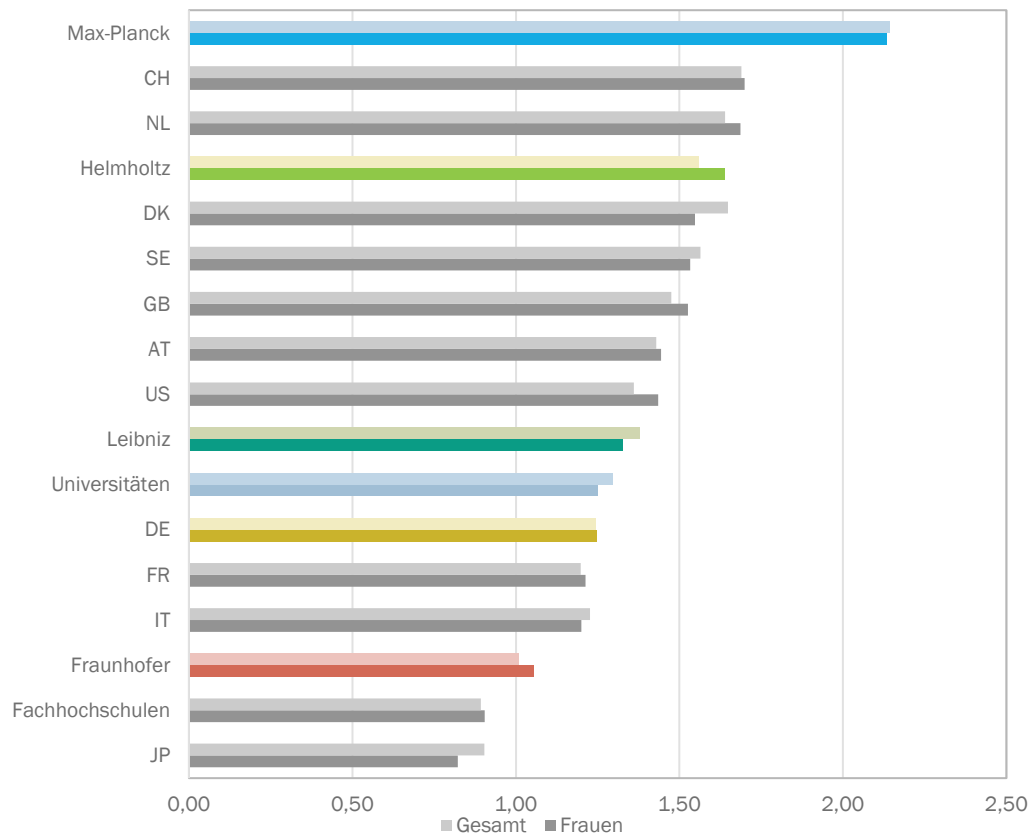
Abbildung 26: Anteile von Autorinnen unter allen Autor:innen nach Ländern, 2020



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Die feldspezifische Zitatrate, d.h. die relative Sichtbarkeit der Veröffentlichungen in der Wissenschaft, im nationalen und internationalen Vergleich von Publikationen mit mindestens einer Frau im Autor:innen-Team ist in Abbildung 27 dargestellt. Für die meisten Länder gibt es keine signifikanten Unterschiede bei der relativen Zitationshäufigkeit von Publikationen mit Beteiligung von Frauen und den Publikationen insgesamt. Anders formuliert: das Geschlecht hat auf die Sichtbarkeit und die Qualität der Veröffentlichungen keinen Einfluss. Dies ist ein mit der Literatur konsistentes Ergebnis (Frietsch et al. 2009; Frietsch et al. 2012; Bühner und Frietsch 2020). Entsprechend zeigt sich eine Verteilung bzw. Rangordnung wie sie sich auch bei allen Publikationen zeigt.

Abbildung 27: Feldspezifische Zittrate der Publikationen mit mindestens einer Frau unter den Autor:innen, 2018



Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

4. METHODEN

4.1 Datenquellen

4.1.1 Scopus

Als Datengrundlage für die bibliometrischen Analysen wird die Datenbank Scopus von Elsevier genutzt. Die Datenbank liegt über das Kompetenzzentrum Bibliometrie (KB) am Fraunhofer ISI in einer Rohdatenversion vor und wurde für die hier durchgeführten Untersuchungen in einigen Aspekten erweitert. So wurden beispielsweise Klassifikationen von Wissenschaftsfeldern hinzugefügt (OECD 2007), Informationen zum Geschlecht auf Basis von Vornamen ergänzt (Michael 2007), Informationen zum Open Access-Status aus Unpaywall¹⁵ zugespielt, oder die Institutionenkodierung des "Institute for Interdisciplinary Studies of Science" (ISOS) der Universität Bielefeld (siehe bspw. Rimmert et al. 2017) umgesetzt.

Scopus bietet Informationen zu Artikeln in mehr als 23.000 Zeitschriften (Serientitel) und über 210.000 Büchern sowie Buchkapiteln.¹⁶ Es vereint mehr als 77 Millionen Publikationsdatensätze ab 1970 und verfügt über etwa 16 Millionen Autorenprofile. Es umfasst hauptsächlich Zeitschriften aus den Bereichen Naturwissenschaften, Technik und Medizin, aber auch Sozial- und Geisteswissenschaften – wobei letztere Bereiche nicht im gleichen Umfang abgedeckt werden (Michels und Schmoch 2012; Stahlschmidt et al. 2019). In den letzten Jahren hat die sozial- und geisteswissenschaftliche Berichterstattung stark zugenommen, beispielsweise durch eine erweiterte Erfassung von Buchreihen. Während bei der Anzahl der behandelten Publikationen immer noch eine Tendenz zu Wissenschaft, Technologie und Medizin besteht, gibt es bei den Autor:innen nicht unbedingt eine solche Tendenz.

Die bisherige Berichterstattung zum bibliometrischen Monitoring im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovation wurde auf Basis der Datenbank Web of Science (WoS) des Datenbankanbieters Clarivate (früher ThomsonReuters) durchgeführt. Während WoS die am längsten bestehende und für bibliometrische Analysen lange Zeit die einzige Datenquelle darstellte, gibt es seit einigen Jahren alternative Produkte, die entsprechende oder in Teilen auch weiterreichende Analysen ermöglichen. Unter anderem ist dies die hier verwendete Datenbank Scopus des Anbieters Elsevier. Ein großer Vorteil, den Scopus bietet, ist eine Autoren_ID (sowie auch eine Institutionen-ID). So lassen sich beispielsweise Ko-Publikationsnetzwerke abbilden, fraktionierte Zählungen auf der Autor:innen-Ebene durchführen, hoch produktive und hoch zitierte Autor:innen identifizieren, oder auch Gender-basierte Untersuchungen gezielter realisieren.

Gut 90% aller Zeitschriftenbeiträge, die in WoS enthalten sind, sind auch in Scopus enthalten, während die Relation umgekehrt lediglich bei ca. 60% liegt. Im Vergleich der beiden Datenbanken Scopus und WoS zeigen sich denn auch neben den Unterschieden in der Abdeckung, insbesondere Unterschiede in den zitatabasierten Indikatoren und der Verteilung über Länder, Organisationen und – weniger ausgeprägt – Felder. Durch den weniger ausgeprägten Fokus auf international hoch zitierten Zeitschriften schneidet die MPG auf Basis von WoS-Analysen bspw. relativ besser ab als auf Basis von Scopus, während bei Scopus die Fraunhofer-Gesellschaft eine breitere Abdeckung ihres Publikationsoutputs und auch der erhaltenen Zitierungen erreicht (siehe bspw. Stahlschmidt et al. 2019).

¹⁵ <https://unpaywall.org>

¹⁶ www.elsevier.com/___data/assets/pdf_file/0007/69451/Scopus_ContentCoverage_Guide_WEB.pdf

4.1.2 Open Access Informationen über Crossref

Open-Access-Publikationen nehmen in der Wissenschaft eine immer bedeutendere Rolle ein. Unter der Bezeichnung "Open Access" (OA) Publikationen werden solche Publikationen erfasst, zu denen es freien, kostenlosen Zugang im Internet gibt. Der freie Zugang erlaubt es der (wissenschaftlichen) Öffentlichkeit die Publikationen zu lesen, sie herunterzuladen und zu speichern, sie ggf. auf den eigenen Seiten zu verlinken, sie auszudrucken und sie somit insgesamt entgeltfrei zu nutzen. Als Indikator zur Vernetzung spielen Open-Access-Veröffentlichungen deswegen eine Rolle, weil sie den wissenschaftlichen Austausch und Diskurs erleichtern. Man könnte die OA-Indikatoren aber auch als Transferindikator ansehen, denn auf diese Weise wird der Zugang zu und die Nutzung von wissenschaftlichem Wissen erleichtert.

In der Analyse und Darstellung von Open Access Veröffentlichungen haben sich mit Farben bezeichnete Zugangsformen etabliert. Es werden häufig die vier Formen Gold, Grün, Bronze und Hybrid unterschieden. Als Gold gelten Publikationen, die in Open-Access-Zeitschriften veröffentlicht werden bzw. in hybriden Zeitschriften frei zugänglich sind. Als Grüne Publikationen gelten solche, die neben der Publikation in einer "geschlossenen" Zeitschrift auch als Parallelveröffentlichung, Zweitveröffentlichung oder durch Selbstarchivierung (bspw. auf Institutswebsites oder auf institutionellen Repositorien) verfügbar sind. Hybride Publikationen werden umgekehrt zusätzlich zur frei zugänglich veröffentlichten Open-Access-Version unter einer CC-BY-Lizenz auch als eine kostenpflichtige gedruckte Version veröffentlicht. In der Realität bedeutet dies, dass einzelne Artikel in einer ansonsten "geschlossenen" Zeitschrift dauerhaft Open-Access gestellt werden. Publikationen mit dem Status Bronze sind zwar auf Verlagswebseiten frei zugänglich, sie werden jedoch nicht ausdrücklich unter freier Lizenz veröffentlicht, was keine langfristige und dauerhaft freie Zugänglichkeit sicherstellt. Daneben hat man auf diese Publikationen im Allgemeinen nur Lesezugriff. Für die Bestimmung des Open-Access-Status kann die Datenbank Unpaywall (<https://unpaywall.org>) herangezogen werden, wo Informationen zu den OA-Typen anhand der Verfügbarkeit und der jeweiligen Lizenzen eingeordnet werden. Anhand der DOI (Digital Object Identifier) können sodann die Publikationen identifiziert und die Open-Access-Information den vorhandenen Daten in Scopus zugefügt werden. Neben der Information¹⁷ zur "best_oa_location" wird dabei die Zuordnung der Veröffentlichungen zu den OA-Typen (OA-Farben) mithilfe des Lizenztyps (license) durchgeführt.

4.1.3 Standardessenzielle Publikationen

Standardessenzielle Publikationen sind solche wissenschaftlichen Veröffentlichungen, die in Standard- und Normen-Dokumenten referenziert werden. Im Allgemeinen sind diese in der Bibliographie von Standards gelistet (Blind 2019). Über Text-String-Matchings lassen sich diese Publikationen in Scopus identifizieren und können dann in weiteren Schritten analysiert werden (bspw. Herkunftsländer, beteiligte Institutionen, erhaltene Zitierungen aus der Wissenschaft, etc.). Für die in diesem Bericht durchgeführten Analysen fokussieren wir uns auf die Autor:innen als auch deren Institutionen, auf deren Beiträge Normen aufbauen. Als Datenquelle nutzen wir die nicht frei zugängliche Datenbank¹⁸ der International Organization for Standardization, die uns für Analysezwecke zur Verfügung steht. In der Datenbank sind ca. 20.000 ISO-Standards und vergleichbare ISO-Dokumente enthalten, die durch Referenzen auf etwa 7.000 wissenschaftliche

¹⁷ <https://unpaywall.org/data-format>

¹⁸ <https://www.iso.org/standards.html>

Publikationen verweisen, die wir aus der Datenbank Scopus mit Autor:innen aus Deutschland verbinden konnten (siehe auch Herrmann et al. 2020).

4.1.4 Personen und Organisations-IDs bzw. -Disambiguierung

In Web of Science, ebenso wie in Scopus, sind seit mehreren Jahren die verlagsübergreifenden Autoren-ID Systeme ORCID und ResearcherID (R-ID) enthalten. Letztere wurde von ThomsonReuters, dem früheren Eigentümer von Web of Science, eingeführt, hat sich aber nicht vollständig und breit durchgesetzt. Die ORCID hat eine etwas größere Verbreitung und bietet einen dauerhaften digitalen Identifikator, den Autor:innen selbst anlegen und kontrollieren können und sie von allen anderen Autor:innen unterscheiden soll. Autor:innen können ihre ID mit ihren beruflichen Informationen verbinden – Zugehörigkeiten, Stipendien, Publikationen, Peer-Reviews und mehr. Sie können ihre ID verwenden, um ihre Informationen mit anderen Systemen auszutauschen. So stellen sie sicher, dass alle ihre Beiträge anerkannt werden. Man muss dafür als Autor:in selbst aktiv werden und sich registrieren. Dies wird von manchen Verlagen bzw. wissenschaftlichen Zeitschriften bei der Einreichung von Beiträgen verlangt. Dennoch gibt es noch keine vollständige Abdeckung. Sowohl einzelne Institutionen innerhalb von Ländern sind sehr unterschiedlich repräsentiert, wie auch deutliche Unterschiede in der Verbreitung einen länderübergreifenden Vergleich deutlich verzerren (siehe bspw. Youtie et al. 2017), so dass eine Nutzung für autorenbasierte Indikatoren in Monitoring-Analysen weiterhin nicht sinnvoll ist.

In Scopus wurde eine Autoren_ID entwickelt, die durch einen Algorithmus generiert wird und eine nahezu vollständige Abdeckung aller Autor:innen erreicht. Da die ID nicht von den Autor:innen selbst erstellt wird, kann es in der Datenbank zu zwei Fehlern kommen. 1. Ein/e Autor:in hat zwei Author_IDs oder zwei Autor:innen teilen sich eine Author_ID, da sie denselben Namen haben und sonst den gleichen Kriterien der Auswahl im Algorithmus entsprechen (Moed et al. 2013). Wie groß der Fehler ist, kann nicht sicher berechnet werden, man kann aber davon ausgehen, dass er im einstelligen Prozentbereich liegt. Die Autoren_ID ist seit Jahren in Scopus etabliert und man arbeitet stetig daran, die Fehler zu minimieren. Scopus bietet auch die Möglichkeit, dass Autor:innen ihre Autoren_ID korrigieren können. Inwieweit dies genutzt wird, ist in den Daten nicht nachvollziehbar.

Eine ähnliche Herausforderung besteht auch hinsichtlich der Organisationen (Affiliationen) der Autor:innen. Auch hier findet sich keine integrierte Identifikationsnummer innerhalb von WoS, während eine solche ID für die Datenbank Scopus besteht. Da eine zusammengeführte Identifikation von Organisationen – beispielsweise zur vergleichbaren Abgrenzung und zur Erfassung aller einer Organisation zuzuordnenden Publikationen für zahlreiche Indikatoren und Analysen eine wesentliche Voraussetzung ist, wird innerhalb des vom BMBF geförderten Kompetenzzentrums Bibliometrie durch die Universität Bielefeld eine Institutionenkodierung für Deutschland vorgenommen (Rimmert et al. 2017). Da die algorithmen-basierte Disambiguierung von Organisationen in Scopus – das Verfahren entspricht in den Grundzügen der Autor:innen-Disambiguierung – keine genauen institutionellen Zuordnungen und vor allem nur mit deutlichem Zeitverzug die Änderungen dieser Zugehörigkeit erfassen kann, wird auch für die Datenbank Scopus eine konsolidierte Institutionenkodierung durch die Universität Bielefeld vorgenommen. Diese Institutionenkodierung wurde in den Phasen II und III der Berichterstattung zur Abgrenzung der AUF und Hochschulen verwendet und kommt auch in dieser Berichterstattung zum Einsatz. Allerdings sind für internationale Vergleiche sowie insbesondere bei der Erfassung der Ko-Publikationen auch Abgrenzungen internationaler Organisationen von Bedeutung.

4.1.5 Klassifikationen

Zur Analyse der Publikationsoutputs und der -performance sind in vielen Fällen Abgrenzungen von Feldern bzw. Disziplinen von zentraler Bedeutung. Auch für die Darstellung der Analyseergebnisse ist die Wahl der Klassifikation bzw. der Aggregationsstufen der Klassen eine wesentliche Entscheidung. Werden beispielsweise die technischen und die Naturwissenschaften sehr differenziert dargestellt, während beispielsweise die Geistes- und Sozialwissenschaften gemeinsam in einer Klasse zusammengefasst werden, dann hat dies auf die Analysetiefe und die Interpretationsmöglichkeiten der Ergebnisse direkte Auswirkungen.

In der Berichterstattung der Phase II wurde eine stark auf technisch-naturwissenschaftliche Disziplinen ausgerichtete Klassifikation verwendet, die zu diesem Zeitpunkt auch in der Berichterstattung der Expertenkommission Forschung und Innovation Anwendung fand. In der Berichterstattung der Phase III wurde ein von der K.U. Leuven und dem ISSRU in Budapest entwickeltes Schema verwendet (Mittermeier et al. 2018). Darüber hinaus gibt es eine Klassifikation von wissenschaftlichen und technologischen Disziplinen der OECD¹⁹, die auf dem Frascati-Handbuch (OECD 2015) aufsetzt. Diese Klassifikation wird unter anderem in der aktuellen Berichterstattung der EFI eingesetzt. Eine weitere Klassifikation, die für die bibliometrischen Analysen umgesetzt werden könnte, ist die Fächersystematik der DFG²⁰, die in einem hierarchischen System auf der tiefsten Ebene knapp 200 Fächer unterscheidet. Eine Abgrenzung der Wissenschaftsbereiche, dies ist die höchste Aggregationsebene in der Fächersystematik der DFG, werden vier Bereiche unterschieden. Diese Abgrenzung fand auch bereits in Phase II der Berichterstattung Anwendung.

Allen hier genannten Klassifikationen ist jedoch gemein – und dies soll an dieser Stelle explizit hervorgehoben werden – dass die Zuordnung der Publikationen nicht auf Basis der einzelnen Veröffentlichungen vorgenommen wird, sondern auf Basis der Zuordnung von Zeitschriften und Konferenzen (Sources) zu diesen Klassen. Sowohl WoS wie auch Scopus enthalten ein Klassifikationssystem, das die Sources (Zeitschriften und Konferenzbeiträge sowie Bücher etc.) ca. 250-300 solcher Klassen zuordnet, wobei Mehrfachzuordnungen zu bis zu sieben Klassen auf der am tiefsten gegliederten Ebene keine Seltenheit sind. Wenn also in einer Zeitschrift für Chemie ein Artikel aus der Biotechnologie veröffentlicht wird, dann wird dieser Artikel der Chemie und nicht der Biotechnologie zugeordnet.

Im vorliegenden Bericht wird die Klassifikation der Wissenschaftsfelder der OECD verwendet (Fields of Science)²¹, die für internationale Vergleiche gut geeignet ist, da sie entsprechend eingeführt und akzeptiert ist. Sie wird auch in der Berichterstattung der EFI eingesetzt, so dass in dieser Hinsicht eine Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit erreicht werden kann. Für die Darstellung in den bibliometrischen Monitoring-Berichten der Phase IV kann auf dieser Basis in der Umsetzung für die Datenbank Scopus eine Aggregation auf 33 Klassen bzw. 7 Fachbereiche genutzt werden.

¹⁹ <https://www.oecd.org/science/inno/38235147.pdf>

²⁰ https://www.dfg.de/download/pdf/dfg_im_profil/gremien/fachkollegien/amtsperiode_2016_2019/fachsystematik_2016-2019_de_grafik.pdf

²¹ Siehe <https://www.oecd.org/science/inno/38235147.pdf>; mit dieser Klassifikation ordnet die OECD die wissenschaftlichen Disziplinen entlang der im Frascati Handbuch (OECD 2015) beschriebenen Definitionen ein. Das vorliegende Dokument ordnet die Subject Categories in Web of Science den jeweiligen Klassen zu. Am Fraunhofer ISI wurde diese Klassifikation auf Scopus übertragen. Die Implementierung ist im Anhang dokumentiert.

4.2 Methodisches Vorgehen

4.2.1 Zeitschriftenpublikationen und Konferenzbeiträge

In bibliometrischen Datenbanken werden verschiedene Dokumententypen erfasst. Hier werden die sogenannten "zitierbaren" Dokumenttypen – Artikel, Briefe, Notizen und Reviews in den Analysen berücksichtigt. Diese Dokumenttypen wurden unter der Bezeichnung "Zeitschriftenpublikationen" zusammengefasst.

Des Weiteren können Konferenzbeiträge einen wichtigen Beitrag leisten. Diese haben eine andere Zitierkultur als Zeitschriftenpublikationen, deshalb sind sie bei zitationsbasierten Analysen getrennt voneinander zu behandeln. Außerdem weisen sie andere Merkmale auf. Zum Beispiel finden viele Konferenzen im zwei Jahres Rhythmus statt. In einigen Forschungsfeldern ist es üblich vermehrt in Konferenzbeiträgen zu publizieren, so beispielsweise in der Informatik (Michels, Fu 2013).

4.2.2 Zitationen

Zum wissenschaftlichen Publizieren gehört es dazu, seine Quellen offenzulegen, mittels Referenzierungen (Zitationen) auf die veröffentlichten Arbeiten anderer. Zitationen sind jedoch auch ein wichtiges Mittel um die Sichtbarkeit der eigenen Forschung einschätzen zu können und zu bewerten. In der Bibliometrie werden Zitationen zur Berechnung von Indikatoren genutzt, die dazu dienen können, die Sichtbarkeit (und die Qualität) der Veröffentlichungen von Länder oder Organisationen miteinander zu vergleichen.

Zitationsfenster

Das Zitationsfenster spielt bei der Berechnung von Zitations-basierten Indikatoren eine wichtige Rolle. Da die Anzahl der Zitationen, die eine Publikation erzielt, mit der Zeit zunimmt und ältere Publikationen dadurch mehr Zitationen erhalten können als jüngere Publikationen, ist es in der Bibliometrie üblich, die Zitationsmaße für definierte Zitationsfenster zu berechnen. Ein Kompromiss hinsichtlich Verlässlichkeit der Aussage und Aktualität der Berichterstattung stellt ein Dreijahresfenster dar (vgl. Waltman und van Eck 2013) und das in den Berichten der Phasen II und III bereits Anwendung fand. Dabei werden je Publikation lediglich die Zitierungen berücksichtigt, die eine Publikation im Jahr ihrer Veröffentlichung sowie in den beiden Folgejahren erzielt. Die Zitierungen der Publikationen werden in überlappenden Fenstern gezählt; beispielsweise werden für eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2018 Zitierungen von 2018 bis 2020 gezählt und für eine Veröffentlichung aus dem Jahr 2017, Zitierungen von 2017 bis 2019 usw. Daraus ergibt sich ein über die Zeit vergleichbares Bild von Zitationshäufigkeiten (vgl. Rehn und Kronman 2008). Bedingt durch das Zitationsfenster erfolgt die aktuelle Darstellung (2021) der Zitations-basierten Indikatoren lediglich bis zum Jahr 2018, da für später veröffentlichte Publikationen noch kein vollständig auswertbares Dreijahresfenster erhoben werden kann.

Eigenzitate

Der Ausdruck "Eigenzitate" kann sowohl in Verbindung mit einem/einer Autor:in, einer Organisation oder einer Zeitschrift, die jeweils die eigenen Publikationen zitieren, in Verbindung gebracht werden. Üblicherweise spricht man aber von Eigenziten, wenn Autor:innen ihre eigenen Veröffentlichungen zitieren. Die Identifikation der Eigenzitate erfolgt auf Grundlage der Autoren-IDs. Die Auswirkungen eines Einbezugs bzw. Ausschlusses von Eigenziten wurde in den früheren Berichten (s. z.B. Schmoch et al. 2011, Kapitel 1) der Phase II beschrieben. Allgemein können Eigenzitate vor allem in kleinen und hochspezialisierten wissenschaftlichen Gebieten ein wichtiger Bestandteil der Referenzen sein. Für den Ausschluss von Eigenziten spricht, dass gerade für bibliometrische Analysen, bei denen man die

Sichtbarkeit der Publikationen in der Forschungslandschaft anhand der erhaltenen Zitierungen misst, Eigenzitate die Ergebnisse verzerren können. Hinzu kommt, dass die Zitiergewohnheiten bei Eigenziten stark nach Ländern differieren (vgl. Rehn und Kronman 2008). Um eine Gleichbehandlung zwischen den Ländern in Bezug auf die Zitierungen zu erhalten, werden in diesem Monitoring-Bericht die Eigenzitate ausgeschlossen.

4.2.3 Ganzzzahlige vs. fraktionierte Zählweise

In diesem Bericht wird ganzzahlige Zählweise verwendet. In der Bibliometrie sind verschiedene Zählweisen von Publikationen möglich und finden in wissenschaftlichen wie auch forschungspolitischen Studien Anwendung. Publikationen können fraktioniert oder als sogenannte "ganzzahlige Werte" (im Englischen: whole count) ausgewertet werden. Wissenschaftliche Publikationen werden zunehmend von mehreren Autor:innen aus unterschiedlichen Ländern publiziert. So wurden beispielsweise im Jahr 2006 44% aller Publikationen mit deutscher Herkunft gemeinsam mit mindestens einem/einer ausländischen Partner:in verfasst (Hinze et al. 2008), im Jahr 2014 waren es ca. 60% (Frietsch et al. 2016) und in der Periode 2014-2017 waren es 60,5% (Mittermeier et al. 2018). Bei der ganzzahligen Zählweise der Länder wird jedem in einer Publikation genannten Land der Wert 1 zugewiesen, das mehrmalige Erscheinen eines Landes wird nicht berücksichtigt. Summiert man die Länderanteile der ganzzahligen Zählweise, so liegt die Summe der Anteile über der Anzahl der weltweiten Gesamtpublikationen.

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 Autor:innen 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. Abgeleitete Indikatoren, die auf Grundlage der fraktionierten Zählweise ermittelt werden, können dementsprechend einfacher interpretiert werden.

In den bibliometrischen Monitoring-Berichten der Phase III des PFI wurden die Analysen ausschließlich auf Basis des ganzzahligen Verfahrens (whole count) durchgeführt, was eine Kommunikation der Methoden deutlich vereinfacht. Im Monitoring der Phase II des Pakts wurde hingegen ein gemischtes Verfahren verwendet, da auf dieser Grundlage beim gesamten Publikationsoutput sowie insbesondere bei relativen Indikatoren die Interpretation der Ergebnisse und Zahlen intuitiver ist. Bspw. ist bei der fraktionierten Zählweise die Summe aller Veröffentlichungen der AUF und der Hochschulen kleiner (oder gleich) des gesamten deutschen Publikationsaufkommens, während bei der ganzzahligen Zählweise auf Grund hoher Ko-Publikationszahlen und damit von Doppelzählungen, die Summe deutlich über die Gesamtzahl hinausragt. Ähnliches gilt für die Summe der Publikationen bspw. der OECD-Länder (inkl. assoziierter Länder), die beim Verfahren die Zahl aller Veröffentlichungen deutlich übersteigt. Hier hat die fraktionierte Zählweise eindeutig Vorteile.²² Allerdings gewichtet die fraktionierte Zählweise Ko-Publikationen – sowohl national als auch international – gegenüber Veröffentlichungen mit nur einer Organisation oder einem Land per Definition niedriger als Publikationen, die nur von einer Organisation oder von Organisationen eines Landes veröffentlicht wurden. Da aber Kooperationen über Institutionengrenzen hinweg – national wie international – ein wesentliches Ziel im Pakt für Forschung und Innovation sind, wird in diesem Monitoring-Bericht die ganzzahlige Methode verwendet.

²² Für Beispielrechnungen und weitere Erläuterungen siehe bspw. Schulze et al. 2013.

4.2.4 Identifizierung des Geschlechts

Die Chancengleichheit von Frauen stellt ein zentrales Element innerhalb des Pakts für Forschung und Innovation dar. Deshalb sollen geschlechtsspezifische Analysen durchgeführt werden. Die Zuordnung des Geschlechts erfolgt in der Publikationsdatenbank Scopus auf Basis der Vornamen der Autor:innen. Hierzu wurde eine Datenbank²³ mit Vornamen aus der ganzen Welt genutzt, um landesspezifisch die zu jedem Vornamen vorhandenen Informationen zum Geschlecht (männlich, weiblich, beides, unbekannt) zuzuspielen. Die Anteile von eindeutig zugeordnetem Geschlecht (männlich, weiblich) liegt bei den meisten Ländern bei ca. 90%. Auf Grund der phonetischen Ähnlichkeit von chinesischen Vornamen und der Überführung der chinesischen Schriftzeichen in Pinyin (lateinische Schriftzeichen) geht hier eine Vielzahl an geschlechtsspezifischen Informationen verloren, weshalb die Abdeckung der geschlechtsspezifischen Daten für China eine vergleichbare Analyse nicht zulässt. Für die übrigen untersuchten Länder (inklusive Japan und Korea) ist die Abdeckung zumeist zufriedenstellend. Die gesamte Abdeckung ist also als sehr gut zu bezeichnen.

4.2.5 Ko-Publikationen (national/international)

Die Anzahl der Ko-Publikationen bezeichnet die Zahl der Publikationen, an der Autor:innen von mehr als einer Einrichtung bzw. mehr als eines Landes beteiligt sind. Die Zusammenarbeit innerhalb einer Einrichtung bspw. über Abteilungsgrenzen hinweg wird demnach nicht berücksichtigt.²⁴ Ko-Publikationen und darauf aufbauende Indikatoren werden als Maße für die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch angesehen.

In diesem Monitoring-Bericht werden die Ko-Publikationen in zwei Gruppen, nämlich Ko-Publikationen mit internationaler Beteiligung und solchen mit rein nationaler Beteiligung differenziert werden. Die Kennzahlen zu nationaler Kooperation enthalten somit alle Publikationen, bei denen mindestens zwei Organisationen aus dem gleichen Land beteiligt sind. Die internationalen Ko-Publikationen umfassen alle Publikationen bei denen – aus Sicht der jeweiligen Einrichtung – mindestens eine ausländische Einrichtung beteiligt war. Diese Menge inkludiert somit auch die Publikationen, bei denen sowohl aus- als auch inländische Kooperationspartner involviert sind. Durch diese Definition sind die beiden Mengen nicht disjunkt, denn es werden Ko-Publikationen doppelt gezählt, die sowohl mindestens einen inländischen als auch mindestens einen ausländischen Kooperationspartner haben. Entsprechend der bisherigen Berichterstattungen in den Phasen II und III werden auch in Phase IV die Überschneidungsmengen bei den nationalen Ko-Publikationen nicht berücksichtigt (rein nationale Ko-Publikationen), so dass disjunkte Mengen entstehen. Die Gesamtzahl der Ko-Publikationen eines Landes bzw. einer Einrichtung setzt sich entsprechend aus der Zahl aller internationalen sowie der rein nationalen Ko-Publikationen zusammen. Als Ko-Publikationen berücksichtigt sind bei diesem Vorgehen auch solche Veröffentlichungen, die Autor:innen mit mehreren Affiliationen enthalten, also ggf. auch Publikationen mit nur einem/einer Autor:in. Bei der Berechnung der nationalen Kooperationsnetzwerke werden ausnahmsweise auch solche nationalen Ko-Publikationen berücksichtigt, die zusätzlich auch eine/einen Autor:in einer ausländischen Partnerorganisation beinhalten kann.

²³ Michael, Jörg (2007): 40000 Namen, In: c't 17/07, p. 182; <https://www.heise.de/ct/ftp/07/17/182/>

²⁴ Diese könnten auch mit der vorliegenden Datenbasis nicht substantiell ausgewertet werden, da die Bezeichnungen der Organisationen nicht in standardisierter Form für Organisationseinheiten vorliegen.

4.2.6 Ko-Publikationen mit der Wirtschaft

Um Publikationen von Wirtschaftsakteuren und Ko-Publikationen von Wissenschaft und Wirtschaft erfassen zu können, ist eine Identifikation der Organisationen/Akteure notwendig. Da die Universität Bielefeld im Rahmen der jährlichen Bereitstellung der bibliometrischen Daten durch das Kompetenzzentrum Bibliometrie für Deutschland eine qualitativ hochwertige und verlässliche Disambiguierung und eine Zuordnung zu Sektoren (Wirtschaft, Wissenschaft, Einzelpersonen, Krankenhäuser etc.) vornimmt, wird direkt auf diese Datenbasis zurückgegriffen. Im diesjährigen Bericht werden ausschließlich Unternehmen in Deutschland (mit deutscher Adresse) analysiert, so dass die Institutionenkodierung der Universität Bielefeld hierfür ausreicht. Für zukünftige internationale Vergleiche wird auf eine Methode zurückgegriffen, welche als Grundlage der Identifikation von Unternehmen internationale Rechtsstände nutzt. Mit diesen Daten wurden bereits erfolgreich nationale und internationale Untersuchungen durchgeführt (siehe bspw. Schubert und Frietsch 2018; Krieger et al 2021).

4.2.7 Anzahl Publikationen und Anteile an der Welt

Die Anzahl der Publikationen gibt die wissenschaftliche Produktivität einer Organisation oder eines Landes wieder. Um Länder oder Organisationen miteinander vergleichen zu können, ist es wichtig, einen relativen Vergleich anzustellen. Dazu können die Anteile eines Landes an der Welt oder die Anteile einer Organisation innerhalb eines Landes berechnet werden. In diesem Monitoring-Bericht werden die Anteile jeweils auf die analysierbaren Daten bzw. die verfügbaren Informationen berechnet. Fehlende Werte, beispielsweise bei der Zuordnung des Geschlechts, werden nicht berücksichtigt.

4.2.8 Spezialisierungs-Index

Neben der Erfassung von Publikationszahlen für einzelne Länder sowie für die außeruniversitären Forschungsorganisationen und Hochschulen wird zu Vergleichszwecken ein Spezialisierungs-Index berechnet. Es handelt sich dabei um eine Beschreibung der Verteilung der Publikationsaktivitäten auf Fachgebiete, so dass Länderprofile (bzw. Profile von Organisationen) abgebildet werden können. Üblich ist es hier, den Anteil aller Publikationen eines Landes in einem spezifischen Fachgebiet an den gesamten Publikationen dieses Landes in Relation zum Anteil dieses Fachgebiets an den weltweiten Publikationen ins Verhältnis zu setzen. Sind die Anteile des Landes in dem Fachgebiet und der entsprechende weltweite Anteil gleich, führt dieses zu einem Neutralwert 1. Werte über 1 belegen, dass die Publikationsaktivität des Landes über dem weltweiten Durchschnitt in diesem Fachgebiet liegt. Werte unterhalb von 1 weisen umgekehrt daraufhin, dass die Publikationstätigkeit des Landes in diesem Fachgebiet unter dem Weltdurchschnitt liegt.²⁵ Die beschriebene Relation hat den Nachteil, dass sie extrem schief verteilt ist und in dem Wertebereich 0 bis $+\infty$ liegt, wobei von 0 bis 1 unterdurchschnittliche Werte und von 1 bis $+\infty$ überdurchschnittliche Werte abgetragen werden. Es gibt Umrechnungsverfahren, bei denen dieser Spezialisierungs-Index den Neutralwert 0 hat und der Wertebereich von -100 bis +100 reicht, was für die Darstellung und Interpretation anschaulicher ist. Dieser sogenannte RLA-Index wird wie folgt berechnet:

$$RLA_{ij} = 100 \tanh \ln [(Publ_{ij} / \sum_i Publ_{ij}) / (\sum_j Publ_{ij} / \sum_{ij} Publ_{ij})]$$

Darin steht i für das Land und j für das Feld.

²⁵ In den bibliometrischen Pakt-Monitoring-Berichten (siehe Mittermeier et al, 2018) der Phase III wurde dieser Indikator bzw. eine leicht angepasste Form hiervon verwendet und als Aktivitätsindex bezeichnet. In der Phase II wurde der hier spezifizierte, transformierte Spezialisierungsindex verwendet.

Der RLA-Index ist so konstruiert, dass positive Werte eine überdurchschnittliche Spezialisierung, negative eine unterdurchschnittliche indizieren, wobei der Weltdurchschnitt als Referenz dient.

4.3 Bibliometrische Indikatoren

4.3.1 Feldspezifische Zitatrate

Um Zitierkulturen verschiedener Forschungsfelder zu berücksichtigen bzw. zu normieren wird in bibliometrischen Analysen meist eine feldspezifische Zitatrate verwendet. In diesem Bericht wird die "Feldspezifische Zitatrate" (FZ)²⁶ auf Basis der Definition des Mean Normalized Citation Score (MNCS) berechnet (siehe Waltman et al. 2011). Sie drückt aus, ob in Bezug auf das Wissenschaftsgebiet, dem eine Publikation zugeordnet ist, diese mehr oder weniger häufig zitiert wird, als dies für alle Publikationen, die diesem Gebiet zugeordnet sind, der Fall ist. Dabei ist der Referenzwert, an dem die Zitate bemessen werden, die durchschnittliche Zitatrate des zugehörigen wissenschaftlichen Feldes (Lundberg 2007).

Die FZ berechnet sich folgendermaßen:

$$FZ_k = \frac{\sum_{i=1}^{P_k} \frac{Cit(p_{ki})}{FCS_x(p_{ki})}}{P_k}$$

FZ_k: Feldspezifische Zitatrate für Land/Region/Organisation *k*

P_k: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation *k*

p_{ki}: Publikation *i* von Land/Region/Organisation *k*

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

FCS_x(p_{ki}): Durchschnittliche Zitatrate 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 analog zu Waltman et al. (2011). 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. 2011).

Zur Berechnung der feldspezifischen Zitatrate wird das arithmetische Mittel über alle Publikationen einer Einheit (bspw. Forschungsorganisation oder Land) errechnet. 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 Durchschnitt unter Berücksichtigung der Feld-/Disziplinenunterschiede zitiert werden.

4.3.2 Exzellenzrate

Die Exzellenzrate (ER) gibt an, wie viele der Publikationen eines Landes bzw. einer Region oder Organisationseinheit zu den "exzellenten" Publikationen weltweit gehören. Exzellenz wird hierbei über die relative Zitationsrate definiert. Als "exzellente" gelten die jeweils 10% höchstzitierten

²⁶ In den bibliometrischen Monitoring-Berichten der Phase III (siehe Mittermeier et al. 2018) wurde dieser Indikator ebenfalls berechnet und als FECR/MOCR (relativer Zitationsimpact) bezeichnet.

Publikationen.²⁷ Um Feldunterschiede (Größe, Zitierhäufigkeit etc.) auszugleichen, werden diese 10% jeweils pro Feld (und pro Jahr) bestimmt. Alle Publikationen eines Feldes werden somit anhand ihrer Zitierungen absteigend geordnet und daraus werden die oberen 10% selektiert. Für ein Land oder eine Einrichtung wird ermittelt, wie viele der Publikationen bzw. welcher Anteil der eigenen Publikationen zu diesen Top-10% gehören. Die ER berechnet sich somit wie folgt:

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

ER_k: Exzellenzrate für Land/Region/Organisation k

P_k: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation k

E_k: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation k, die zu den Top 10% zitierten Publikationen weltweit gehören

Zu erwarten wäre per Definition, dass jede 10. Publikation zu den meistzitierten Publikationen gehört. Je höher die Exzellenzrate umso mehr Publikationen gehören zu den Top-Publikationen weltweit, wobei Werte oberhalb der 10%-Marke überdurchschnittliche und Werte unterhalb entsprechend unterdurchschnittliche Exzellenzraten anzeigen.

4.3.3 Internationale Ausrichtung und zeitschriftenspezifische Beachtung

Die oben beschriebenen zitatabasierten Indikatoren – die feldspezifische Zittrate und die Exzellenzrate – setzen an einer Felder- bzw. Disziplinenabgrenzung an und sind insofern stark von dieser abhängig. Eine solche Disziplinenabgrenzung kann niemals die Heterogenität und die spezifischen Profile einer Organisation oder eines Landes berücksichtigen, sondern richtet sich stets am Weltdurchschnitt aus. Um dieser Herausforderung zu begegnen wurden zwei Indikatoren vorgeschlagen, die nicht an den weltweiten durchschnittlichen Zitierungen in einer Disziplin, sondern an den Durchschnitten bzw. Erwartungswerten der Zeitschriften, in denen die Beiträge veröffentlicht werden, ausgerichtet sind. Insbesondere die Unterschiede zwischen Grundlagen- und Anwendungsforschung, aber auch zwischen großen Disziplinen und Nischendisziplinen können so berücksichtigt werden. Diese beiden Indikatoren sind die Internationale Ausrichtung und die Zeitschriftenspezifische Beachtung.²⁸

Der Indikator "Zeitschriftenspezifische Beachtung" (ZB) gibt an, ob die Publikationen eines Landes, einer Region oder Organisation 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 berücksichtigt, 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. Werte von 0 entsprechen dem Zeitschriftendurchschnitt.

²⁷ Weitere Varianten dieses Indikators verwenden andere Prozentzahlen nach Waltman und Schreiber (2013) wird als Schwellenwert am häufigsten 10% gebraucht: "The focus is often on the top 10% most frequently cited publications of a field (...)"

²⁸ Die beiden Indikatoren fanden unter dieser Bezeichnung bereits Anwendung in den bibliometrischen Berichten der Phase II, während sie in Phase III unter der Bezeichnung MECR bzw. MECR/FECR zum Einsatz kamen.

Der Indikator berechnet sich wie folgt:

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

ZB_k: ZB für Land/Region/Organisation *k*

P_k: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation *k*

p_{ki}: Publikation *i* von Land/Region/Organisation *k*

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

JCS_j(p_{ki}): Durchschnittliche Zittrate der Dokumente des gleichen Dokumenttyps im gleichen Publikationsjahr in Zeitschrift *j* von Publikation p_{ki}

Es wird hier also die tatsächliche Zittrate jeder Publikation eines Landes, einer Region oder Organisation mit deren Erwartungswert gegenübergestellt. Der Durchschnittswert dieses Verhältnisses ergibt den ZB-Wert eines Landes. Der ZB-Index wird wie auch der folgende Indikator (die internationale Ausrichtung, s.u.) nach dem Average of Ratio-Verfahren (AoR) berechnet, d.h. der Durchschnittswert wird über alle Publikationen ermittelt, um den Wert eines Landes zu berechnen. Somit sind die hier angegebenen Werte die Durchschnitte über alle ZB-Werte der betroffenen Publikationen. Bei der Berechnung der ZB werden nur Publikationen des gleichen Dokumenttyps (aus der jeweiligen Zeitschrift) im gleichen Publikationsjahr verglichen. Dadurch werden unterschiedliche Zitrierweisen von unterschiedlichen Veröffentlichungstypen bei der Ermittlung des Indikators berücksichtigt. Die ZB ist eine Alternative zur feldspezifischen Zittrate, die gerade für multidisziplinäre Publikationen einen besseren Referenzwert liefert. Durch die Beschränkung auf eine Zeitschrift ist das thematische Feld einer Publikation meist besser abgesteckt als durch die Verwendung einer (nicht eindeutigen) Zeitschriftenklassifikation (die per Definition auch auf einem höheren Aggregationslevel fungiert). Auch hier gibt es dennoch Unschärfen, insbesondere bei Zeitschriften, die ein breites Spektrum an wissenschaftlichen Feldern umfassen (z.B. Science oder Nature), wird eine Publikation mit anderen Publikationen aus verschiedenen Feldern verglichen, denen sie eventuell gar nicht angehört.

In Ergänzung zur Zeitschriftenspezifischen Beachtung zeigt der Indikator "Internationale Ausrichtung" (IA) an, ob die Autor:innen eines Landes in Relation zum Weltdurchschnitt in international mehr oder weniger beachteten Zeitschriften publizieren. Durch eine hohe Quote von Publikationen in international sichtbaren Zeitschriften dokumentiert sich eine intensive Beteiligung an 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 auf folgende 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/Region/Organisation *k*

P_k: Anzahl Publikationen von Land/Region/Organisation *k*

p_{ki}: Publikation *i* von Land/Region/Organisation *k*

Cit(w): Durchschnittliche Zittrate gesamt/Welt

JCS_j(p_{ki}): Durchschnittliche Zittrate der Dokumente des gleichen Dokumenttyps im gleichen Publikationsjahr in 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 Zitierungen, erhält. Analog zum ZB-Index wird bei der in diesem Bericht verwendeten AoR-Berechnung der Durchschnittswert über alle Publikationen ermittelt, um den Wert eines Landes zu berechnen.

4.3.4 Hochzitierte Wissenschaftler:innen (Highly Cited Researcher, HCR)

Ähnlich wie die Exzellenzrate auf Publikationen lässt sich eine Exzellenzrate auf der Ebene der Autor:innen berechnen. Es geht hierbei nicht darum einzelne Autor:innen zu bewerten, sondern vielmehr um den Anteil der exzellenten Autor:innen in einem Land/ einer Organisation zu bestimmen. Bisher wurden solche Analysen auf der Basis der von Clarivate veröffentlichten Liste²⁹ von hochzitierten Wissenschaftler:innen durchgeführt. Diese Liste basiert auf Web of Science und nutzt ausschließlich die 1% am höchsten zitierten Veröffentlichungen in der Datenbank. Innerhalb dieser 1% der Veröffentlichungen werden dann die 10% Personen je Feld identifiziert, die in einem Zeitraum von 10 Jahren die meisten Zitierungen erhalten haben. Diese Methode ist nicht ohne Kritik geblieben (siehe bspw. Bornmann und Bauer 2015a; Bornmann und Bauer 2015b; Docampo und Cram 2019; Aksnes und Aagaard 2021) und wurde insbesondere auf Grund der Selektivität und der damit einhergehenden eingeschränkten Interpretierbarkeit hinterfragt.

Aus diesem Grund wurde eigens für diesen Bericht eine Umsetzung des Konzepts der hochzitierten Wissenschaftler:innen auf Basis von Scopus unter Berücksichtigung aller dort verfügbaren Veröffentlichungen (und nicht nur der Top-1%) entwickelt. Der hier verwendete Indikator wurde in dieser Form zum ersten Mal berechnet. Die Entwicklung des Indikators erfolgte in drei Schritten.

Im ersten Schritt wurden alle Zitationen der Publikationen eines/einer Autor:in je Feld (OECD-Klassen) und Jahr gezählt. Dabei wurde ein 5-Jahres-Zitationsfenster gewählt, das heißt, für die Publikationen eines/einer Autor:in im Jahr 2015 wurde das Zitatfenster (2015-2019) genutzt. Da nur Daten bis zum vollständigen Jahrgang 2020 vorliegen sind entsprechende Analysen nur bis zum Publikationsjahr 2016 möglich. Dies wurde für alle Autor:innen in Scopus (weltweit) durchgeführt und war deswegen möglich, weil hierbei die Scopus-interne ID aller Autor:innen ("auid") verwendet werden konnte.

Im zweiten Schritt wurden die Autor:innen je Feld und Jahr nach der Anzahl der gesamten Zitationen der Veröffentlichungen eines Publikationsjahrs absteigend sortiert. Die obersten 10% je Feld und Jahr wurden von dem Rest abgetrennt. Jene Autor:innen, die den selben Grenzwert (eine bestimmte Anzahl an Zitationen) erreicht haben wurden ebenfalls in die Liste der exzellenten Autor:innen aufgenommen. In der Folge liegen die tatsächlichen Werte der ausgewählten Autor:innen je Feld oberhalb der 10%-Marke. Die Berechnung der Liste wird für jedes Publikationsjahr separat durchgeführt. Es kann also sein, dass ein/eine Autor:in in einem Jahr zu den 10% besten gehört und in einem anderen Jahr nicht. Da Veröffentlichungen häufig mehr als einem Feld zugeordnet sind ist es auch möglich, dass ein/eine Autor:in in einem Feld unter den 10% höchstzitierten aufgelistet wird, in einem anderen Feld jedoch nicht. Diese Person wird dennoch in die Gesamtliste aufgenommen. So entstand eine Tabelle die je Autor:in (auid), Feld Jahr und die Anzahl der Zitationen (5-Jahres-Zeitraum) beinhaltet. Berechnet man die weltweiten Werte nach dieser Methode, so sind am Ende ca. 13% der Autor:innen exzellent.

Im dritten Schritt wurde der hier interessierende Indikator berechnet. Um den Anteil der exzellenten Autor:innen eines Landes / einer Organisation zu berechnen, wird zunächst die jährliche Anzahl der Autor:innen eines Landes / einer Organisation insgesamt ermittelt. Danach wird die Anzahl der

²⁹ <https://clarivate.com/news/clarivate-identifies-global-scientific-pioneers-with-annual-highly-cited-researchers-list/>

exzellenten Autor:innen anhand der oben genannten Liste ermittelt. Diese beiden Zahlen werden in Relation gesetzt und das Ergebnis ist der Anteil exzellenter an allen Autor:innen eines Landes bzw. einer Organisation. Folgende Formel zeigt die Berechnungsweise:

$$\text{HCR}_k = \frac{E_k}{P_k}$$

HCR_k: Exzellenzrate (Highly Cited Researcher HCR) für Land/Organisation k

P_k: Anzahl Autoren von Land/Organisation k

E_k: Anzahl Autoren von Land/Organisation k, die zu den Top 10% meist zitierten Autoren weltweit gehören

4.3.5 Interdisziplinarität

Interdisziplinarität ist definiert als die Nutzung verschiedener Ansätze und Methoden aus unterschiedlichen Fachrichtungen. Es bieten sich zitationsbasierte Indikatoren zur Messung auch der Interdisziplinarität an, zumal sie nicht nur die Interdisziplinarität des Beitrags selbst, sondern der Nutzung (Zitierung) der Beiträge in Betracht ziehen.

In diesem Monitoring-Bericht werden zwei Indikatoren zur Interdisziplinarität verwendet. Ein erster Indikator zeigt auf, inwieweit Autor:innen aus anderen Disziplinen die jeweiligen Publikationen referenzieren/zitieren. Dazu wird je Publikation der Anteil der Zitationen erfasst, welche eine Publikation aus anderen Disziplinen als die eigene Disziplin erhält. Anschließend wird der Durchschnitt über die Publikationen einer Organisation berechnet. Um diesen Indikator von kurzfristigen Schwankungen unabhängig zu machen, wird ein gleitendes Fünfjahresfenster verwendet. Der Vorteil des Indikators ist die „Bewertung“ der Interdisziplinarität durch die Leser, die die Publikation zitieren. Der Nachteil liegt im Zeitverzug und ggf. in Verzerrungen, die dadurch entstehen können, dass in einzelnen Disziplinen weiter entfernte Erkenntnisse, die ja gerade mit der Interdisziplinarität erfasst werden sollen, erst mit einem deutlich größeren Zeitverzug als fünf Jahre Anwendung finden.

Ein zweiter Indikator nutzt die Referenzlisten der Publikationen einer Forschungsorganisation. Bei diesem Indikator wird eine Publikation als interdisziplinär angesehen, wenn sie eine „heterogene“ Referenzliste hat, das heißt wenn die Referenzen aus anderen Disziplinen stammen als die Publikation selbst und somit die Publikation mit anderen Forschungsfeldern in Verbindung gebracht wird. Es werden also die Referenzlisten jeder Publikation geprüft, inwiefern diese Publikationen aus anderen Disziplinen zitiert. Der Durchschnitt über die Anteile der Publikationen je Organisation bildet den Indikator. Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass er die Inhalte der Publikationen selbst nutzt und es entsteht kein Zeitverzug. Beide Indikatoren setzen auf der Ebene der Veröffentlichungen an und sind unabhängig von der Größe oder der Heterogenität des fachlichen Profils der Forschungsorganisationen, wodurch eine direkte Vergleichbarkeit entsteht.

5. ANHANG

Anhang-Tab. 1: OECD-Klassifikation in der Scopus-Umsetzung des Fraunhofer ISI

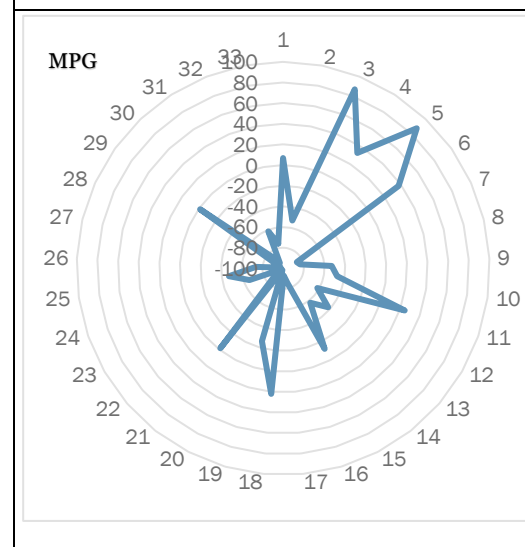
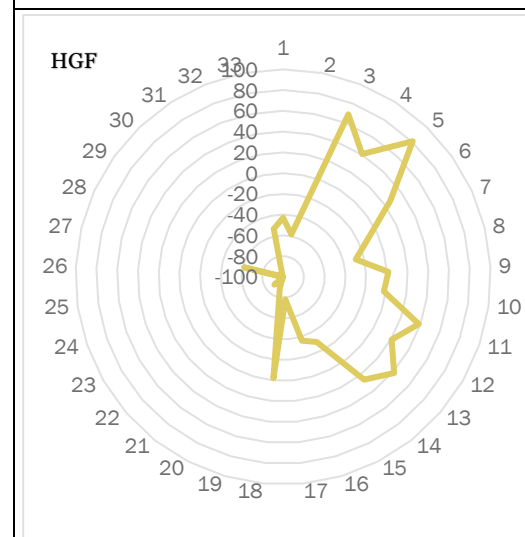
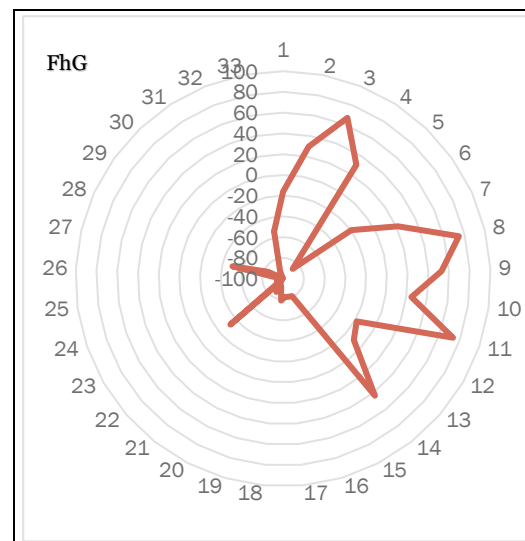
E2	Feldbezeichnung	Klassifikationsnummer (Scopus-Klassifikation)
1.1	Mathematics	1804, 2600-2614
1.2	Computer and information sciences	1404, 1700-1712, 1802
1.3	Physical Sciences	3100-3110
1.4	Chemical Sciences	1503-1607, 1906
1.5	Earth and related environmental sciences	1900-1913 (nicht 1906, 1911)
1.6	Biological sciences	1104, 1109, 1110, 2204, 1300-1315 (nicht 1305), 1502, 1911
1.7	Other natural sciences	
2.1	Civil engineering	2205, 2215, 2216
2.2	Electrical engineering, electronic engineering, information engineering	2207, 2208, 2214
2.3	Mechanical engineering	2200-2203, 2206, 2209, 2210, 2011
2.4	Chemical engineering	1500, 1501
2.5	Materials engineering	2500-2508
2.6	Medical engineering	
2.7	Environmental engineering	2300-2312 (nicht 2304)
2.8	Environmental biotechnology	2304
2.9	Industrial biotechnology	
2.10	Nano-technology	
2.11	Other engineering and technologies	1106, 2100-2105, 2212, 2213
3.1	Basic medicine	2400, 2401, 2404, 2406, 2700-2704 (nicht 2703), 2726, 2736-2744 (nicht 2739, 2740, 2741, 2742, 2743), 2800-2809, 3206
3.2	Clinical medicine	2403, 2405, 2703, 2705-2735 (nicht 2706, 2714, 2718, 2719, 2726), 2740, 2742, 2743, 2741 2745-2748, 3203, 3500-3506
3.3	Health sciences	2706, 2714, 2718, 2719, 2739, 2900-2923, 3306, 3600-3616
3.4	Health biotechnology	2402, 1305
3.5	Other medical sciences	3000-3005
4.1	Agriculture, forestry, and fisheries	1100-1111 (nicht 1103, 1104, 1106, 1109, 1110)
4.2	Animal and dairy science	1103
4.3	Veterinary science	3400-3404
4.4	Agricultural biotechnology	
4.5	Other agricultural sciences	
5.1	Psychology	3200-3207 (nicht 3203, 3206)
5.2	Economics and business	1400-1410 (nicht 1404), 1800, 1801, 1803, 2000-2003, 3300, 3301, 3321

Fortsetzung Anhang-Tab. 1

E2	Feldbezeichnung	Klassifikationsnummer (Scopus-Klassifikation)
5.3	Educational sciences	3304
5.4	Sociology	3312, 3317, 3318, 3319
5.5	Law	3308
5.6	Political science	3311, 3312, 3320
5.7	Social and economic geography	3305, 3322
5.8	Media and communications	3315
5.9	Other social sciences	
6.1	History and archaeology	1202, 1204, 1205-1207, 1209, 3302, 3314
6.2	Language and literature	1203, 1208, 3310
6.3	Philisophy, ethics and religion	1211, 1212, 3316
6.4	Art	1200, 1201, 1210, 1213
6.5	Other humanities	3303, 3307, 3309, 3313
7.1	Multidisciplinary	1000

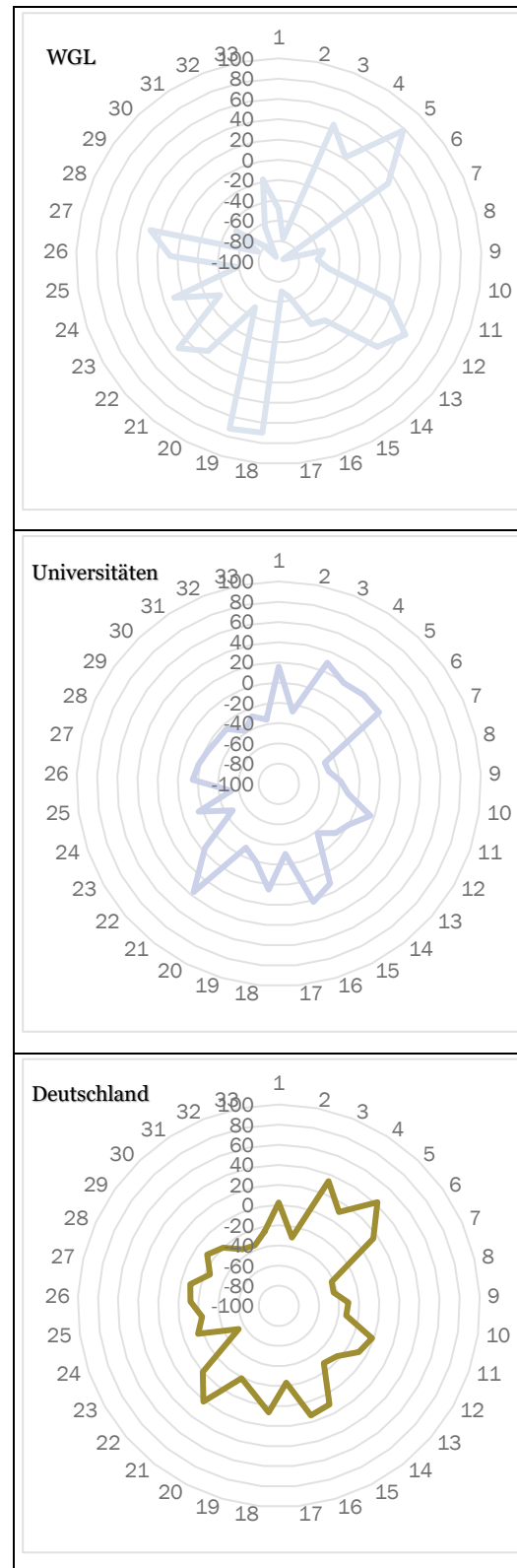
Anhang-Abb. 1: Profile der FhG, MPG, HGF

Nr.	Bezeichnung
1	Mathematik
2	Informationswissenschaften
3	Physik und Astronomie
4	Chemie
5	Geo- und Umweltwiss.
6	Biologie
7	Bauwesen
8	Elektroingenieurwesen
9	Maschinenbau
10	Chemieingenieurwesen
11	Werkstofftechnik
12	Umwelttechnik
13	Umweltbiotechnologie
14	Sonstiges Ingenieurwesen
15	Medizinische Grundlagen
16	Klinische Medizin
17	Gesundheitswissenschaften
18	Landw., Forstw., Fischerei
19	Tier- und Milchwissenschaft
20	Veterinärwissenschaften
21	Psychologie
22	Wirtschaft und Wirtschaft
23	Erziehungswissenschaften
24	Soziologie
25	Rechtswissenschaften
26	Politikwissenschaft
27	Sozial- und Wirtschaftsgeographie
28	Medien- und Unternehmenskom.
29	Geschichte und Archäologie
30	Sprachen und Literatur
31	Philosophie, Ethik und Religion
32	Kunst
33	Andere Geisteswissenschaften

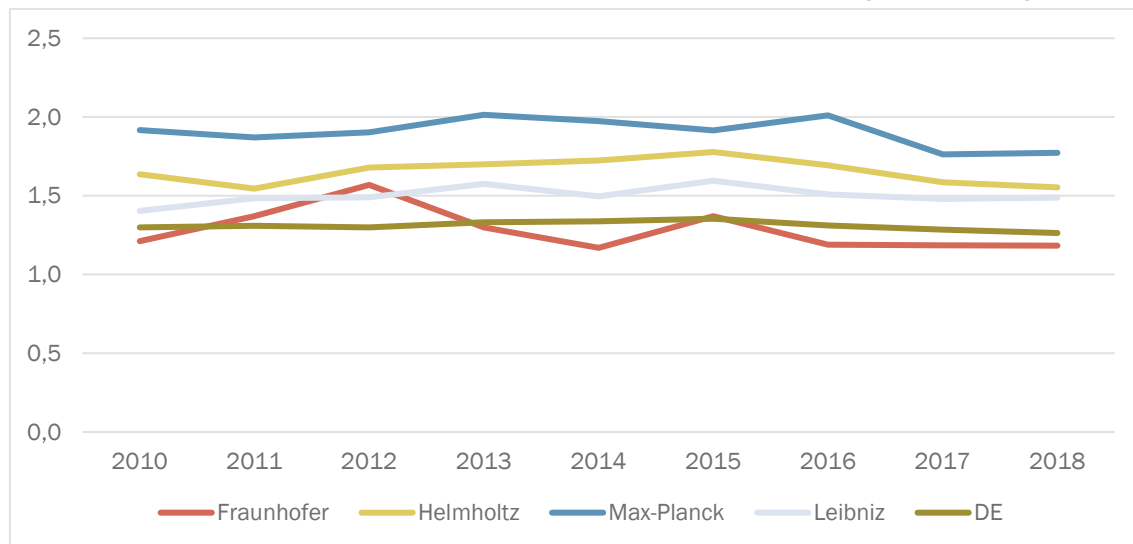


**Anhang-Abb. 2: Profile der WGL, Unis,
Deutschland**

Nr.	Bezeichnung
1	Mathematik
2	Informationswissenschaften
3	Physik und Astronomie
4	Chemie
5	Geo- und Umweltwiss.
6	Biologie
7	Bauwesen
8	Elektroingenieurwesen
9	Maschinenbau
10	Chemieingenieurwesen
11	Werkstofftechnik
12	Umwelttechnik
13	Umweltbiotechnologie
14	Sonstiges Ingenieurwesen
15	Medizinische Grundlagen
16	Klinische Medizin
17	Gesundheitswissenschaften
18	Landw., Forstw., Fischerei
19	Tier- und Milchwissenschaft
20	Veterinärwissenschaften
21	Psychologie
22	Wirtschaft und Wirtschaft
23	Erziehungswissenschaften
24	Soziologie
25	Rechtswissenschaften
26	Politikwissenschaft
27	Sozial- und Wirtschaftsgeographie
28	Medien- und Unternehmenskom.
29	Geschichte und Archäologie
30	Sprachen und Literatur
31	Philosophie, Ethik und Religion
32	Kunst
33	Andere Geisteswissenschaften



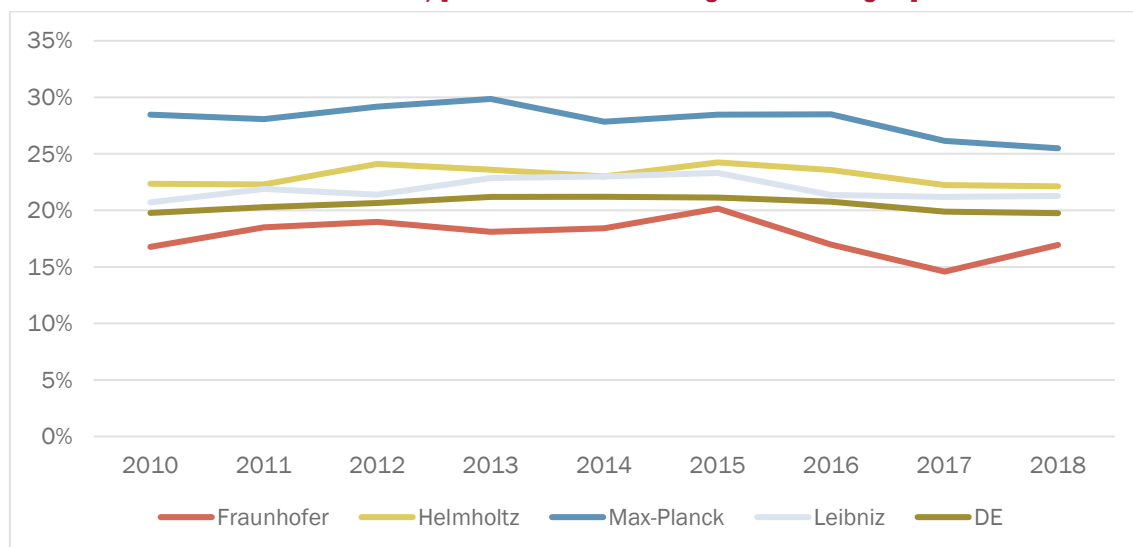
Anhang-Abb. 3: Entwicklung der feldspezifischen Zitatrate der AUF und der Universitäten auf Basis einer alternativen Methode (mit Selbstziten, ohne Zitationsfenster, differenzierte Klassifikation*) [Alternative Berechnung zu Abbildung 11]



* Zur Klassifikation der Veröffentlichungen wurde hier der vierstellige Code der in Scopus vorhandenen Klassifikation verwendet. Es handelt sich dabei um mehr als 300 Kategorien, denen die Zeitschriften zugeordnet sind.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Anhang-Abb. 4: Entwicklung der Exzellenzrate der AUF und der Universitäten auf Basis einer alternativen Methode (mit Selbstziten, ohne Zitationsfenster, differenzierte Klassifikation*) [Alternative Berechnung zu Abbildung 12]



* Zur Klassifikation der Veröffentlichungen wurde hier der vierstellige Code der in Scopus vorhandenen Klassifikation verwendet. Es handelt sich dabei um mehr als 300 Kategorien, denen die Zeitschriften zugeordnet sind.

Quelle: Elsevier - Scopus; Berechnungen des Fraunhofer ISI.

6. ZITIERTE LITERATUR

- Aksnes, D.W.; Aagaard, K. (2021): Lone Geniuses or One among Many? An Explorative Study of Contemporary Highly Cited Researchers. In: *Journal of Data and Information Science*, o (o).
- Blind, K. (2019): CASE: Publish, Patent and Standardize: The Best Three for Realization: Comparing the Strategy Triad for Science, Research and Development (R&D), *Science Management* 2/2019, 13-22.
- Blind, K.; Fenton, A. (2021): Standard-Relevant Publications: Evidence, Processes and Influencing Factors, forthcoming in *Scientometrics*.
- Bornmann, L.; Bauer, J. (2015a): Evaluation of the highly-cited researchers' database for a country: proposals for meaningful analyses on the example of Germany. In: *Scientometrics*, 105 (3), S. 1997–2003.
- Bornmann, L.; Bauer, J. (2015b): Which of the world's institutions employ the most highly cited researchers? An analysis of the data from highlycited.com. In: *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66 (10), S. 2146–2148.
- Bührer, S.; Frietsch, R. (2020): How do public investments in gender equality initiatives and publication patterns interrelate? The case of Germany, *Evaluation and Program Planning*, 79, DOI: 10.1016/j.evalprogplan.2019.101752.
- Busolt, U.; Kugele, K. (2009): The gender innovation and research productivity gap in Europe. In: *International Journal of Innovation and Sustainable Development* 4 (2-3), S. 109–122.
- Campbell, L.; Mehtani, S.; Dozier, M.; Rinehart, J. (2013): Gender-Heterogeneous Working Groups Produce Higher Quality Science. In: *Plos One*, 8 (10).
- Docampo, D.; Cram, L. (2019): Highly cited researchers: a moving target. In: *Scientometrics*, 118 (3), S. 1011–1025.
- Frietsch, R.; Gruber, S.; Helmich, P.; Neuhäusler, P. (2016): Analyse Bibliometrischer Indikatoren im Rahmen des Pakts für Forschung und Innovations, Phasen I und II, IFQ, Fraunhofer ISI, Universität Bielefeld (Hrsg.), Berlin/Karlsruhe/Bielefeld.
- Frietsch, R.; Neuhäusler, P.; Gruber, S.; Zielinski, A.; Wortmann, B.; Wolny, M.; Besenfelder, C.; Schimke, A.; Kolb, M. (2021): Projekt: "Interdisziplinarität von Wissenschaftseinrichtungen – Strukturen und Effekte" (INTERDIS). Zusammenfassung der Ergebnisse. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Frietsch, R.; Rammer, C.; Schubert, T.; Bührer, S.; Neuhäusler, P. (2012): *Innovationsindikator 2012*. Bonn: Deutsche Telekom Stiftung.
- Frietsch, R.; Haller, I.; Funken-Vrohlings, M.; Grupp, H.f (2009): Gender-specific patterns in patenting and publishing. In: *Research Policy* 38 (4), S. 590–599.
- Frietsch, R.; Schubert, T. (2012): Public research in Germany - Continuity and change. In: ISI, F. (Hrsg.): *Innovation system revisited: Experiences from 40 years of Fraunhofer ISI research*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag, S. 65–83.
- Herrmann, P.; Abdelkafi, N.; Hoffmann, W.; Pohle, A.; Stein, L. T.; Weiße, M.; Blind, K.; Gruber, S.; Neuhäusler, P. (2020): Relevanz der Standardisierung und Normung für den Wissens- und Technologietransfer. Kurzstudie. München.

- Krieger, B.; Pellens, M.; Blind, K.; Gruber, S.; Schubert, T. (2021): Are firms withdrawing from basic research? An analysis of firm-level publication behaviour in Germany. In: *Scientometrics*. DOI: 10.1007/s11192-021-04147-y.
- Mauleon, E.; Bordons, M. (2010): Male and female involvement in patenting activity in Spain. In: *Scientometrics*, 83 (3), S. 605–621.
- Michael, J. (2007): 40000 Namen, IN: c't 17/07, p. 182; <https://www.heise.de/ct/ftp/07/17/182/>
- Michels, C.; Fu, J. (2013): Systematic analysis of coverage and usage of conference proceedings in web of science. Karlsruhe: Fraunhofer ISI.
- Mittermaier, B.; Holzke, C.; Tunger, D.; Meier, A.; Glänzel, W.; Thijs, B.; Chi, P.-S. (2018). Erfassung und Analyse bibliometrischer Indikatoren für den PFI-Monitoringbericht 2019; <http://hdl.handle.net/2128/21780>.
- Moed, H.F.; Aisati, M.; Plume, A. (2013): Studying scientific migration in Scopus, *Scientometrics*, March 2013, 94, 929-942.
- OECD (2007): Revised Field of Science and Technology (FoS) Classification in the Frascati Manual, DSTI/EAS/STP/NESTI(2006)19, Paris: OECD.
- OECD (2015): Guidelines for collecting and reporting data on research and experimental development, Frascati manual 2015, Paris: OECD.
- Pohl, H. (2021). Internationalisation, innovation, and academic-corporate co-publications. *Scientometrics* 126, 1329-1358. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03799-6>
- Rehn, C.; Kronman, U. (2008): Bibliometric handbook for Karolinska Institutet: Karolinska Institutet University Library (Version 1.05).
- Rimmert, C.; Schwechheimer, H.; Winterhager, M. (2017): Disambiguation of author addresses in bibliometric databases - technical report. Bielefeld: Universität Bielefeld, Institute for Interdisciplinary Studies of Science (I²SoS).
- Schmoch, U.; Schulze, N.; Michels, C.; Neuhäusler, P. (2011): 1. Indikatorbericht - Bibliometrische Indikatoren für den PFI Monitoring Bericht 2011. Hintergrundbericht für das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF). Karlsruhe, Bonn, Bielefeld: Institut für Forschungsinformation und Qualitätssicherung (iFQ), Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI und Universität Bielefeld, Institut für Wissenschafts- und Technikforschung (IWT).
- Schubert, T.; Frietsch, R. (2018): Strukturen der österreichischen Kooperationsbeziehungen in Wissenschaft, Forschung und Entwicklung. In: *Wirtschaftspolitische Blätter* (Nr.4), S. 527–542.
- Schulze, N.; Michels, C.; Frietsch, R.; Schmoch, U.; Conchi, S. (2013): 2. Indikatorbericht Bibliometrische Indikatoren für den PFI Monitoring Bericht 2013, Berlin/ Karlsruhe/ Bielefeld: iFQ, Fraunhofer ISI, IWT Uni Bielefeld.
- Stahlschmidt, S.; Stephen, D.; Hinze, S. (2019): Performance and Structures of the German Science System, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 5-2019, Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.), Berlin: EFI; https://www.efi.de/fileadmin/Innovationsstudien_2019/StuDIS_05_2019.pdf.
- van Arensbergen, P.; van der Weijden, I.; van den Besselaar, P. (2012): Gender differences in scientific productivity: A persisting phenomenon? 93 (3), S. 857–868.

- Waltman, L.; van Eck, N. J. (2013): Source normalized indicators of citation impact. An overview of different approaches and an empirical comparison, *Scientometrics* 96 (3), S. 699–713.
- Waltman, Ludo; Schreiber, Michael (2013): On the calculation of percentile-based bibliometric indicators. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 64 (2), S. 372–379.
- Youtie, J.; Carley, S.; Porter, A.L.; Shapira, P. (2017): Tracking researchers and their outputs: new insights from ORCIDs, *Scientometrics*, 113, S. 437–453, DOI 10.1007/s11192-017-2473-0.

