



IW-Report 17/2020

Der Corona-Innovationswettlauf in der Wissenschaft

Eine Analyse der wissenschaftlichen Publikationen zur Bekämpfung der Corona-Pandemie und die Bedeutung für den Pharma-Standort Deutschland

Jasmina Kirchhoff / Armin Mertens / Marc Scheufen

Köln, 05.05.2020

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Einleitung	4
2 Der weltweite Innovationswettbewerb	6
2.1 Publikationsaktivität im Zeitablauf	6
2.2 Publikationsaktivität und Corona-Fälle	9
2.3 Qualität der Forschung	10
3 Der Innovationswettbewerb in Deutschland	13
3.1 Analyse nach Standorten	13
3.2 Analyse nach Institutionen	15
3.3 Bedeutung der unternehmerischen Forschung an SARS-CoV-2	18
4 Fazit und Ausblick	25
Literatur	26
Abstract	29
Abbildungsverzeichnis	30

JEL-Klassifikation:

O31 – Innovation and Invention: Processes and Incentives

I2 – Education and Research Institutions

I11 – Analysis of Health Care Markets

Zusammenfassung

Die Corona-Pandemie und die damit einhergehenden Einschränkungen in fast allen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen beeinflussen seit einigen Wochen das Leben der Menschen weltweit. Neben der möglichen Strategie, eine Herdenimmunität durch Infizierung von 60 bis 70 Prozent der Bevölkerung anzustreben, ist ein geeigneter Impfstoff die große Hoffnung, um in naher Zukunft die „alte Normalität“, wie es der deutsche Vizekanzler und Finanzminister Olaf Scholz nennt, wiederherzustellen. Vor diesem Hintergrund suchen Wissenschaftler öffentlicher Institutionen und pharmazeutischer Unternehmen unter Hochdruck nach Innovationen.

Diese Studie untersucht aktuelle wissenschaftliche Publikationen auf Basis von bibliometrischen Daten von „Europe PubMed Central“, um mögliche Spillover-Effekte von der Wissenschaft auf den pharmazeutischen Innovationsprozess zu analysieren. Die zeitliche und ländervergleichende Analyse der wissenschaftlichen Publikationen vom 1. Dezember 2019 bis zum 25. April 2020 zeigt eine Flut an neuen Beiträgen und Erkenntnissen, die dabei helfen sollen, das Virus „SARS-CoV-2“ besser zu verstehen, um vor diesem Hintergrund ein Gegenmittel entwickeln zu können. Abgesehen von der quantitativ beeindruckenden Anzahl an Publikationen wird mit Blick auf deren Qualität deutlich, dass Deutschland eine führende Position in der wissenschaftlichen Forschung einnimmt. Die Position Deutschlands in der Bekämpfung des Virus motiviert eine Detailbetrachtung. Neben einer Analyse nach Standorten und Institutionen, die die Forschungsleistung Deutschlands besser verstehen lässt, soll auch die Bedeutung dieser für den deutschen Pharma-Standort im Mittelpunkt stehen. Lockerungen der politisch ergriffenen Maßnahmen zur Bekämpfung der Auswirkungen des Virus auf die Gesundheit der Bevölkerung und auf die Wirtschaft bedürfen einer Rückkoppelung mit Erkenntnissen aus der wissenschaftlichen Forschung und Innovationen aus der Pharmaindustrie.

1 Einleitung

Social-Distancing, Ausgangsbeschränkungen und Homeschooling bestimmen seit einigen Wochen das Leben in vielen Ländern der Welt. Mit einem historisch beispiellosen Regelwerk – von Kontaktvermeidungsappellen (Schweden) bis hin zu kompletten Ausgangssperren (u. a. Italien) – versuchen fast alle Länder rund um den Globus, die Corona-Pandemie zu bekämpfen. Umfangreiche Einschnitte in die Freiheitsrechte der Bürgerinnen und Bürger werden vor dem Hintergrund der „größten Herausforderung seit dem 2. Weltkrieg“ (Spiegel, 2020) nahezu unkommentiert hingenommen. Im Wesentlichen ist Kontaktvermeidung der derzeit einzige Weg, um dem exponentiellen Wachstum der Infektionszahlen zu begegnen. Ein Medikament zur Behandlung schwerer Krankheitsverläufe von Covid-19-Infektionen oder gar ein Impfstoff zur präventiven Verhinderung einer Infektion mit dem Virus existieren bis dato nicht. Seit Beginn der Pandemie im Dezember 2019 ist ein Innovationswettbewerb der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Welt entbrannt, um die neue Infektionskrankheit zu verstehen und Medikamente und Impfstoffe entwickeln zu können. Diese Studie untersucht mithilfe von bibliometrischen Daten von Europe PubMed Central (PMC) – ein Repositorium mit freiem Zugang zu mehr als sechs Millionen Forschungsartikeln im Bereich Naturwissenschaften – die neusten Entwicklungen zum Thema „Coronavirus“, „Covid-19“ und „SARS-CoV-2“ in den Wissenschaften für den Zeitraum vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020.

Der Zusammenhang zwischen wissenschaftlichen Publikationen und den wirtschaftlichen Implikationen wird dabei unmittelbar klar. Auf der einen Seite zeigen die gegenwärtigen Entwicklungen deutlich, wie fragil das globale Wirtschaftssystem auf die Maßnahmen zur Bekämpfung der Corona-Pandemie reagiert. So führen Geschäftsschließungen und Ausgangsbeschränkungen sowie Unsicherheit über die Dauer der Maßnahmen zu einem zum Teil erheblichen Nachfragerückgang (Bardt/Hüther, 2020). Die Tatsache, dass nicht alle Länder der Welt gleichermaßen und obendrein in unterschiedlichen Zeiträumen von der Pandemie betroffen sind, verdeutlicht zudem die wettbewerblichen Gefahren (Rusche, 2020). Ein Medikament zur Behandlung einer Covid-19-Infektion und vor allem ein Impfstoff zur Prävention werden damit zu zentralen Faktoren für eine Rückkehr zur alten Normalität. Auf der anderen Seite hebt die Literatur zur Innovationsökonomik die Bedeutung von sogenannten „Spillover“ hervor (Romer, 1986, 1990). Das bedeutet, dass die Wissenschaft zunächst die Grundlagen für Innovationen schafft, die dann in der Umsetzung wiederum das wirtschaftliche Wachstum fördern (Griliches, 1992; Jaffe, 1989; Audretsch/Feldman, 1996; Acs et al., 1994). So zeigt beispielsweise ein Beitrag von Forschern aus Deutschland in Kooperation mit einem Wissenschaftler aus China in der renommierten Zeitschrift „Science“ (Zhang et al., 2020), wie die Struktur eines wichtigen Enzyms des SARS-CoV-2-Virus zu entschlüsseln ist und welche chemische Verbindung sich an das Enzym bindet, um es lahmzulegen (Blech, 2020). Zu den Mitautoren gehört unter anderen Prof. Christian Drosten von der Charité in Berlin, der in Deutschland durch seine Auftritte in verschiedenen Medien sowie in beratender Funktion in Gremien der Bundesregierung bekannt wurde. Der genannte Beitrag zeigt, wie bedeutsam es ist, den Erreger zunächst zu verstehen, bevor ein wirksames Medikament oder ein schützender Impfstoff hergestellt werden kann. Damit sind wissenschaftliche Publikationen, die dieses Grundlagenwissen schaffen, auch gewissermaßen die Voraussetzung dafür, dass ein entsprechendes Gegenmittel gegen die Corona-Pandemie gefunden werden kann (Leopoldina, 2020).

Der Aufbau der Studie ist wie folgt gewählt. Kapitel 2 gibt einen Überblick zur weltweiten Covid-19-Forschung. Zunächst wird die Quantität der Forschung im Zeitablauf und nach Ländern betrachtet. Anschließend wird der Fokus auf die Qualität der Forschung gelegt. Die Tatsache, dass Forscher mit deutschen Affiliationen hinsichtlich der Forschungsqualität führend in der Covid-19-Forschung sind, begründet die tiefere Analyse der Rolle Deutschlands in Kapitel 3. In diesem Zusammenhang soll eine Betrachtung nach Standorten und Institutionen Einblick in führende Forschungscluster und zentrale Forschungsoperationen geben. Ferner steht die Analyse der Spillover für die deutschen Pharmaunternehmen und -Standorte im Fokus der Analyse. Ein kurzes Fazit mit Ausblick rundet die Studie schließlich ab.

2 Der weltweite Innovationswettbewerb

Seit dem ersten Krankheitsfall mit dem Erreger SARS-CoV-2 am 1. Dezember 2019 (Deubner, 2020) in der chinesischen Stadt Wuhan hat sich weltweit ein Innovationswettbewerb um ein Gegenmittel in Gang gesetzt. Auch in der Wissenschaft, die den Pharmafirmen in der Regel die notwendige Grundlagenforschung für die Entwicklung von Medikamenten und Impfstoffen liefert (Mansfield, 1995; Contopoulos-Ioannidis et al., 2003; Cowley, 2003), was zu zentralen Spillover-Effekten führt (Romer, 1990; Monjon/Waelbroeck, 2003), sind die Publikationen aus den naturwissenschaftlichen Forschungsbereichen geradezu explodiert. Die Untersuchung der Quantität und Qualität der Forschung soll einen Überblick über die zunehmenden Forschungsaktivitäten auf der ganzen Welt geben.

2.1 Publikationsaktivität im Zeitablauf

Als Datengrundlage zur Analyse der Publikationsaktivitäten von Wissenschaftlern zum Thema „Coronavirus“ dient die Plattform Europe PubMed Central (Europe PMC, 2020). Europe PMC ist eine frei zugängliche Plattform, die eine weltweite Sammlung von veröffentlichten sowie Vorabversionen (sogenannten Pre-Prints) von Forschungsartikeln aus den Naturwissenschaften bereitstellt. Insgesamt ermöglicht die Plattform Zugang zu mehr als 36,8 Millionen Abstracts von naturwissenschaftlichen Forschungsartikeln aus PubMed, Agricola und anderen glaubwürdigen Quellen. Etwa sechs Millionen Forschungsartikel sind über Europe PMC frei verfügbar.

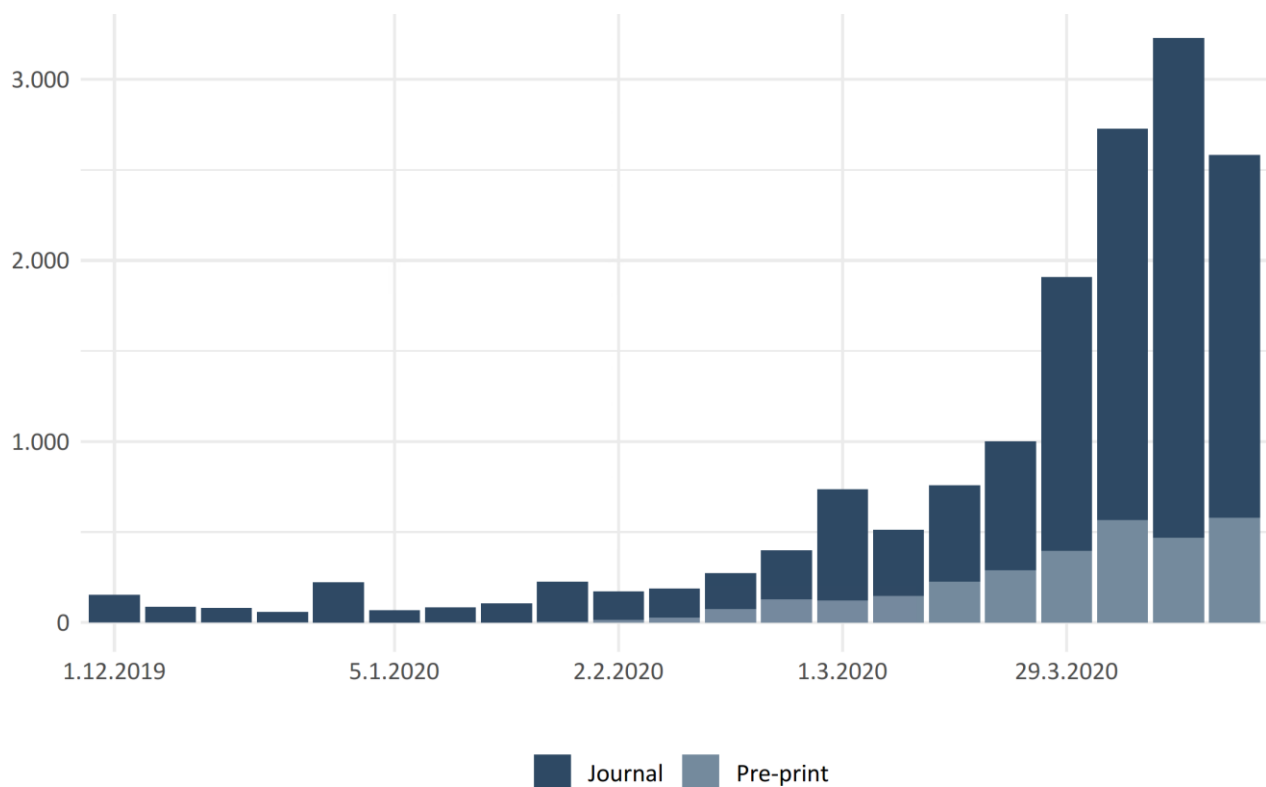
Betrachtet werden Forschungsbeiträge mit einem Bezug zu den Themen „Coronavirus“, „SARS-CoV-2“ sowie „Covid-19“ für den Zeitraum vom 1. Dezember 2019 bis zum 25. April 2020. Insgesamt können für diesen Zeitraum 15.552 Forschungsartikel identifiziert werden, von denen etwa 24 Prozent Pre-Print-Versionen von Forschungsartikeln darstellen. Gerade vor dem Hintergrund der Aktualität und der gesellschaftlichen Relevanz des Themas verdeutlicht der relativ hohe Anteil an Pre-Print-Versionen den Stellenwert der zeitnahen Verfügbarkeit neuester Forschungsergebnisse. Entsprechend deutlich zeigt auch die zeitliche Entwicklung der Anzahl von Publikationen zu den Corona-Themen einen geradezu exponentiellen Verlauf (vgl. Abbildung 2-1). Während sich die Anzahl an Publikationen zu dem Thema „Corona“ im Dezember 2019 und Januar 2020 noch relativ stabil zwischen etwa 25 und 125 Publikationen pro Kalenderwoche bewegte, stieg die Anzahl an Publikationen in den folgenden Kalenderwochen ab etwa Mitte Februar rasant bis auf über 3.000 Publikationen in der dritten Aprilwoche an. Abbildung 2-1 differenziert dabei zwischen Zeitschriften- bzw. Journalbeiträgen und Pre-Print-Versionen von Forschungsbeiträgen, die Forscher in der Regel zu einem frühen Zeitpunkt auf sogenannten Online-Repositoryn zur Diskussion stellen. So macht der Anteil der Pre-Print-Versionen für die erste Aprilwoche etwa ein Drittel an der Gesamtheit aller Publikationen zum Thema „Corona“ aus. Hierfür lassen sich zwei mögliche Erklärungsfaktoren finden: Auf der einen Seite hat das Thema gerade in den letzten Wochen – nicht zuletzt aufgrund der zunehmenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Relevanz – an Bedeutung gewonnen. Die Wissenschaftler, die hier an vorderster Front zu dem Thema forschen, haben ein großes Interesse daran, ihre aktuellen Forschungsergebnisse zu teilen und dadurch an Reputation zu gewinnen. In der Literatur zu „Economics of Science“ spricht man in diesem Zusammenhang von „community-based“ intrinsischer Motivation (Lindenberg, 2001, Dasgupta/Davis, 1994). Auf der anderen Seite lässt sich der relativ hohe Anteil an Pre-Prints in den letzten Wochen auch dadurch erklären, dass in der Regel

mehrere Wochen bis Monate (je nach Disziplin zum Teil auch Jahre) vergehen, bis eine Arbeitsversion eines Forschungsbeitrags in einer Zeitschrift veröffentlicht wird.

Gleichzeitig wird deutlich, dass der Trend des hohen Anteils an Pre-Print-Versionen sich ab der zweiten Aprilwoche nicht fortzusetzen scheint. Das könnte unter anderem an wissenschaftlichen Initiativen liegen, die gegenwärtig auf einen schnellen und bevorzugten Publikationsprozess von Covid-19-Beiträgen drängen. So werden etwa beim wissenschaftlichen Verlag „Taylor-Francis“ Publikationen in diesem Bereich derzeit bewusst priorisiert (Taylor-Francis, 2020), um den Publikationsprozess zu beschleunigen. Ein abschließender Grund für den rasanten Anstieg an Publikationen allgemein kann in der „Open Access“-Bewegung vieler Verlage zu finden sein, die ihre Forschungsbeiträge zu Covid-19 bewusst frei zugänglich machen (Nadeem, 2020), um den Publikationsprozess abzukürzen, damit so schneller auf den neuesten Wissensstand zurückgegriffen werden kann, zumal der Wissensproduktionsprozess in der Wissenschaft üblicherweise kumulativ erfolgt (Scheufen, 2015).

Abbildung 2-1: Anzahl der Publikationen im Zeitablauf

Anzahl der Publikationen in „Europe PMC“ zum Thema Corona im Zeitablauf vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020.



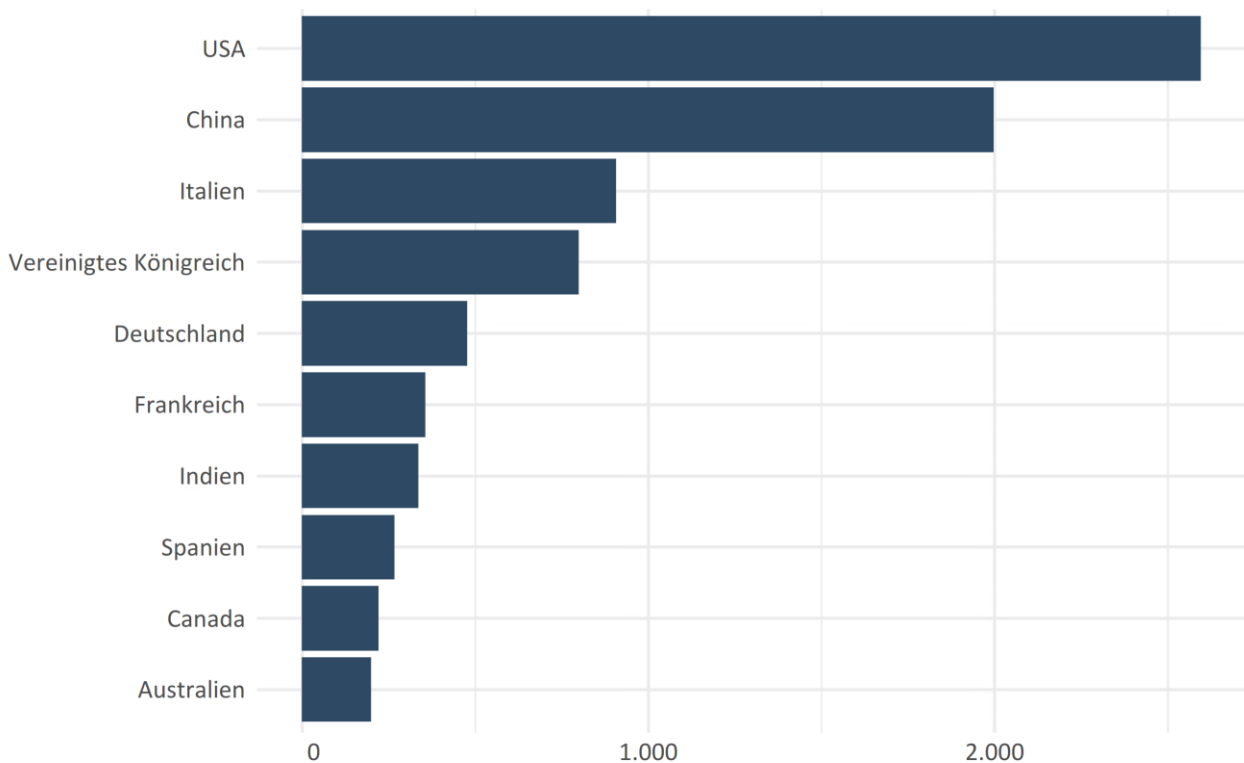
Quelle: Europe PMC; eigene Darstellung

Die Hintergründe der zunehmenden Forschungsaktivitäten (vgl. Abbildung 2-1) sind vielfältig. Ein wesentlicher Treiber dieses Trends ist in den steigenden Fallzahlen der Krankheit zu sehen, die häufig die Grundlage für neue Forschungsstudien bieten. Vor diesem Hintergrund würde man erwarten, dass insbesondere Forschungsbeiträge aus China aufgrund der zunehmenden Corona-Infektionszahlen im Januar und Februar 2020 stark ansteigen würden. Aufgrund der

rasanten Entwicklung der Fallzahlen in den USA in den letzten Wochen, wäre hier auch zu erwarten, dass sich dieser Trend ebenso in der Entwicklung von Publikationen von Wissenschaftlern mit amerikanischer Affiliation widerspiegelt. So zeigt sich, dass die Anzahl an Forschungsbeiträgen US-amerikanischer Institutionen in den ersten Aprilwochen ein enormes Wachstum von knapp 500 % gegenüber der durchschnittlichen Anzahl des Vormonats verzeichnen konnte. Auch China, das bis dahin führend in der Menge des Forschungsoutput war, wurde Anfang April von den USA überholt.

Abbildung 2-2: Wissenschaftliche Publikationen zum Thema „Coronavirus“

Gewichtete Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in „Europe PMC“ zum Thema „Corona“ vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020. Die Gewichtung erfolgt auf Basis der Anzahl der Autoren. Geht beispielsweise ein Beitrag auf einen deutschen und einen chinesischen Autor zurück, so fließt dieser Beitrag jeweils mit einem Gewicht von 0,5 für die betreffenden Länder in die Rechnung mit ein.



Quelle: Europe PMC; eigene Darstellung

Mit Blick auf die insgesamt Anzahl der Publikationsbeiträge nach Ländern für den Zeitraum vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020 scheint sich dies zu bestätigen (vgl. Abbildung 2-2). So führt die USA mit über 2.500 Publikationsbeiträgen kurz vor China mit etwa 2.000 Publikationsbeiträgen, gefolgt von Italien mit knapp unter 1.000, dem Vereinigten Königreich mit knapp 800 und Deutschland mit fast 500 Publikationsbeiträgen. Betrachtet wird dabei die gewichtete Anzahl der Publikationen, zumal bei Forschungspapieren mit Mehrautorenschaften und Kooperation zwischen mehreren Ländern eine einfache Berücksichtigung jeder Publikation zu Mehrfachzählungen führen würde. Die Gewichtung berücksichtigt dabei die Anzahl der Autoren und berechnet den Anteil jedes Autors eines Forschungspapiers durch einfache Division. Wir sprechen

vor diesem Hintergrund im Folgenden von Publikationsbeiträgen (als gewichtete Anzahl der Publikationen) und nicht von Publikationen. Trotz unterschiedlicher Publikationskulturen, in denen disziplinspezifische Gewichtungen zum Beispiel des Erstautors eine Rolle spielen können, hat sich die „einfache Division“ als Vorgehensweise zur Gewichtung von Mehrautorenschaften in der bibliometrischen Literatur bewährt (McCabe/Snyder, 2015, Mueller-Langer et al., 2020).

Ein genauer Blick auf die Entwicklungen der Publikationen zum Thema „Corona“ im Zeitablauf und nach Ländern zeigt, dass die Entwicklung der Anzahl an Publikationen mit Autoren US-amerikanischer Affiliation vor allem in den letzten zwei Wochen eine rapide Zunahme erfahren hat. Allerdings ist dabei zu berücksichtigen, dass, während China bei steigenden Fallzahlen im Januar und Februar anteilig an der Entwicklung der Forschungsaktivität zugelegt hat, US- und europäische Wissenschaftler auch bereits im Dezember 2019 durch bestehende Forschungsaktivitäten im Kontext von „Coronaviren“ über eine entsprechende Ausgangsbasis verfügten, die im Laufe der Zeit aber noch stark ausgebaut werden konnte.

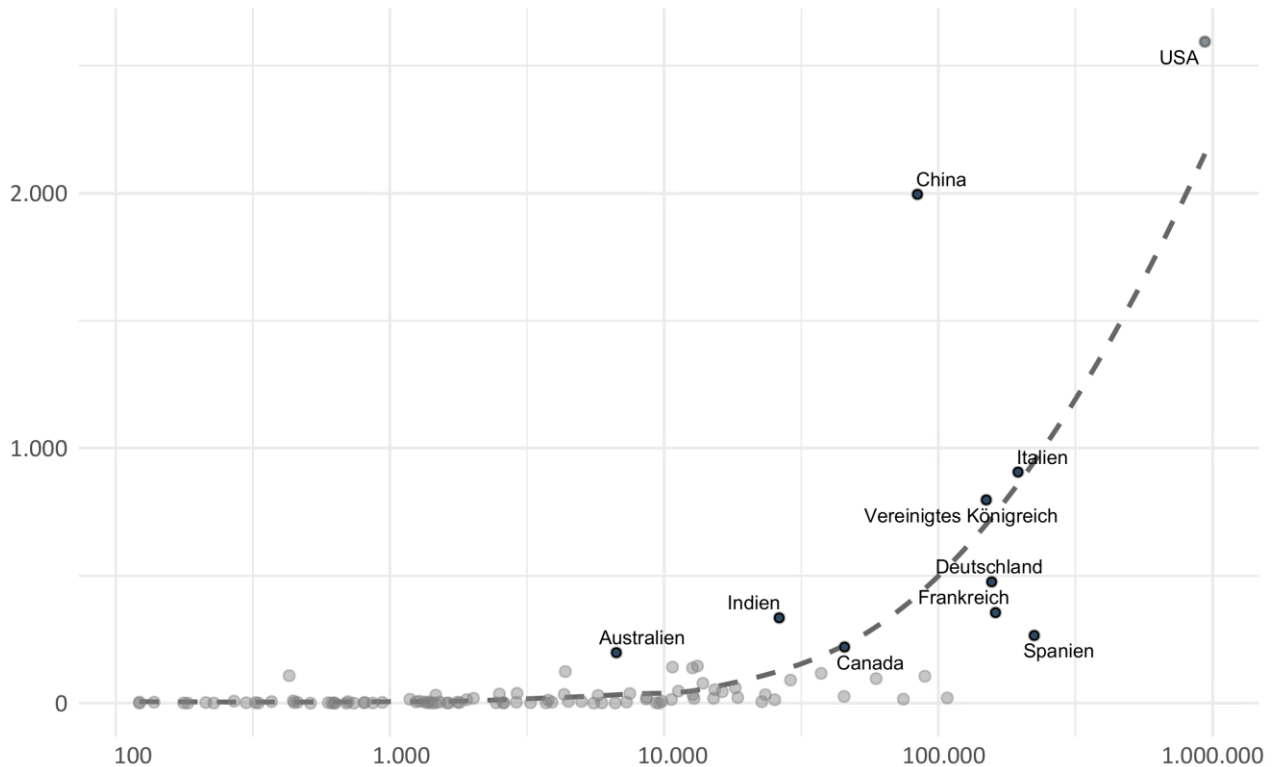
2.2 Publikationsaktivität und Corona-Fälle

Bei der Betrachtung der dominierenden Forschungsnationen zum Thema „Corona“ wird deutlich, dass die führenden Länder in Bezug auf die absolute Anzahl an Publikationen auch bei den Fallzahlen Infizierter am stärksten betroffen zu sein scheinen. Abbildung 2-3 greift diesen Zusammenhang auf.

Abbildung 2-3 zeigt die Anzahl der Fallzahlen von Infizierten am 25. April 2020, wobei zu berücksichtigen ist, dass bei der Skalierung der x-Achse die logarithmierten Werte betrachtet werden. Die y-Achse von Abbildung 2-3 zeigt die Anzahl von Publikationen zu den genannten Suchbegriffen für den Zeitraum vom 1. Dezember 2019 bis zum 25. April 2020. Das Streudiagramm zeigt dabei für alle Länder im Datensatz (Punkte) und namentlich für die Top-10 publikationsstärksten Nationen den Zusammenhang zwischen den Fallzahlen (x-Achse) und der Anzahl der Publikationen. Es wird deutlich, dass besonders publikationsstarke Nationen, wie China und die USA, oberhalb der eingezeichneten Kurve, die den Zusammenhang zwischen den beiden Variablen (x und y) zeigt, liegen. Es gilt: Je höher die Fallzahlen, desto höher der Publikationsoutput. Allerdings kann hieraus nicht notwendigerweise ein kausaler Zusammenhang definiert werden, zumal die zeitliche Dimension nicht dargestellt wird. Mit Blick auf die USA sind vor diesem Hintergrund auch die gute Infrastruktur der wissenschaftlichen Forschungseinrichtungen zentrale Determinanten. In Bezug auf China könnten auch Bevölkerungsgrößeneffekte eine Rolle spielen neben der Skepsis, ob die kommunizierten Zahlen aus der Statistik mit Blick auf die Fallzahlen auch korrekt sind.

Abbildung 2-3: Zusammenhang zwischen Publikationsaktivität und Infektionszahl

Anzahl der Publikationen zum Thema „Corona“ in „Europe PMC“ (1. Dezember 2019 bis 25. April 2020) und Anzahl der Corona-Infektionen nach Ländern, Stand: 25. April 2020. Skalierung der x-Achse betrachtet den natürlichen Logarithmus der Fallzahlen von Infizierten.



Quelle: Europe PMC; Johns Hopkins University; eigene Darstellung

Aus wissenschaftlicher Sicht ist dieser Schluss unmittelbar plausibel. Schließlich sind ausreichend große Fallzahlen Grundvoraussetzung für entsprechende Studien, die zum Beispiel die Wirksamkeit bereits vorhandener und zugelassener Medikamente, die ursprünglich für andere Erkrankungen entwickelt wurden, testen oder die Verbreitungswege von Coronaviren in besonders betroffenen Regionen untersuchen. Für letztere ist beispielsweise die Studie von Streeck et al. (2020) bekannt geworden, die die Ausbreitung des Covid-19-Erregers in Deutschland anhand der besonders betroffenen Region der Gemeinde Gangelt im Kreis Heinsberg untersucht.

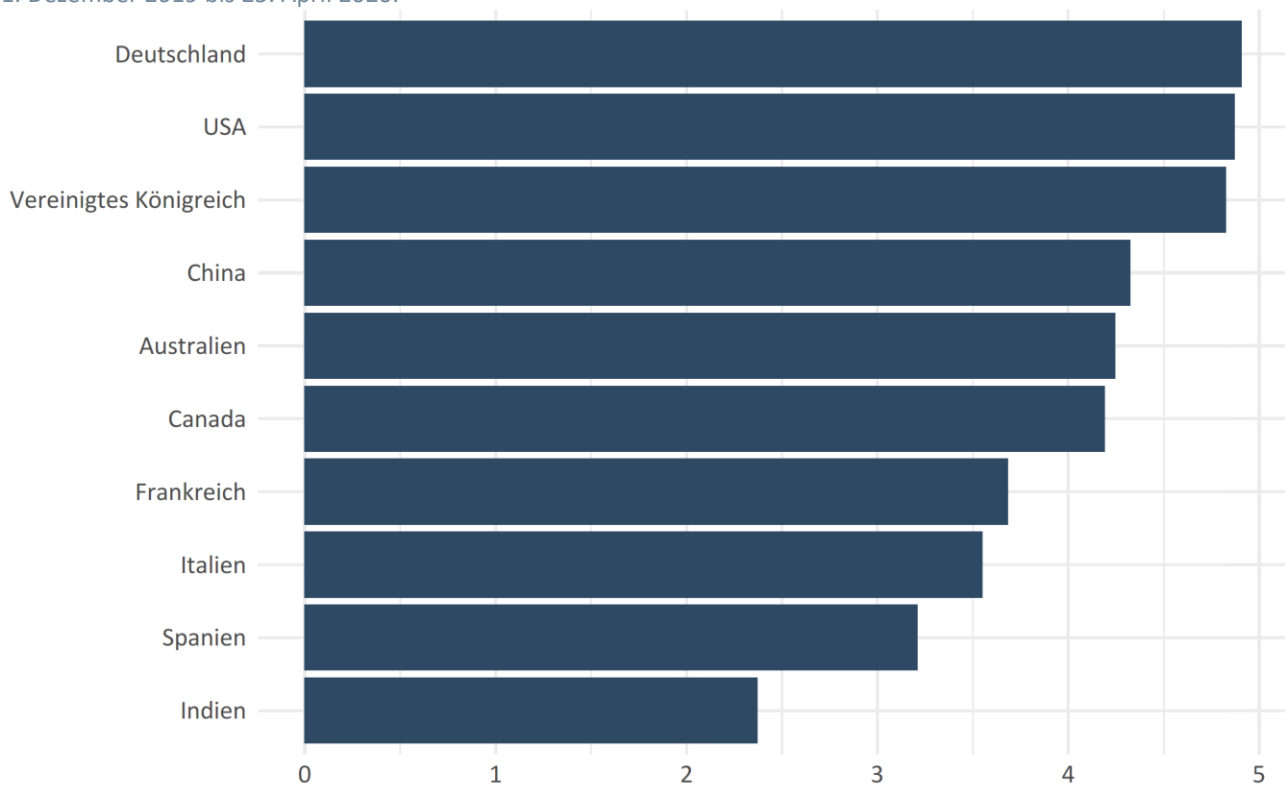
2.3 Qualität der Forschung

Neben der reinen Anzahl an Publikationen wird in der bibliometrischen Literatur häufig eine Gewichtung verwendet, um die Qualität der Veröffentlichungen zu berücksichtigen. Die Qualität der Publikation richtet sich dabei nach dem Ranking des Journals, in dem das jeweilige Forschungspapier veröffentlicht wurde. Bei den gängigen Reputationsfaktoren zur Berücksichtigung eines solchen Rankings spielen in der Regel die Zitationen der Zeitschriften eine wichtige Rolle. Je häufiger eine Zeitschrift zitiert wird, desto größer ist der Wert und damit die angenommene Qualität der Beiträge aus diesen Zeitschriften und desto qualitativ hochwertiger wird auch ein Beitrag aus einer entsprechenden Zeitschrift bewertet. Vor dem Hintergrund der größeren Anzahl berücksichtigter Zeitschriften betrachten wir in diesem Fall den sogenannten „CiteScore“

von Scopus, der die Anzahl zitierter Beiträge aus dem betrachteten Journal berücksichtigt. Dabei gilt: Je höher der CiteScore, desto qualitativ hochwertiger wird die Zeitschrift und damit auch ein entsprechender Beitrag in dieser Zeitschrift angesehen. Zur Berücksichtigung der Qualität von Wissenschaftlern mit unterschiedlichen Länderaffiliationen greift Abbildung 2-4 auf den mittleren CiteScore zurück und betrachtet den Reputationsfaktor eines durchschnittlichen Forschungspapiers eines Wissenschaftlers aus dem entsprechenden Land.

Abbildung 2-4: Mittlerer CiteScore nach Publikationsland

Mittlerer „CiteScore“ (Scopus) pro Forscher nach Publikationsland in „Europe PMC“ zum Thema „Corona“ vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020.



Quelle: Europe PMC; Scopus; eigene Darstellung

Es zeigt sich, dass Wissenschaftler mit einer Affiliation aus Deutschland hinsichtlich der Qualität der Forschung führend sind, mit einem mittleren CiteScore von knapp 5, dicht gefolgt von den USA und dem Vereinigte Königreich mit einem nur geringfügig geringeren mittleren CiteScore und schließlich China mit einem mittleren CiteScore von etwa 4,25. Der CiteScore der qualitativ hochwertigsten Zeitschriften schwankt dabei enorm. So weist die beste Zeitschrift namens „Chemical Reviews“ einen CiteScore von knapp 54 auf, gefolgt von der Zeitschrift „Nature Reviews Materials“ mit fast 38 und schließlich „Physiological Reviews“ mit etwa 25. Betrachten wir die 1 Prozent der besten Zeitschriften im Bereich Naturwissenschaften, so ergibt sich ein CiteScore von größer als 12. Betrachten wir diese Journals, so wird deutlich, dass 7,4 % aller Forschungsbeiträge mit deutscher Affiliation in den Top-1%-Journals publiziert wurden, gefolgt von Autoren mit US-amerikanischer Affiliation mit einem Anteil von 7,2 %. Das Vereinigte Königreich weist in diesem Zusammenhang hingegen nur einen Anteil von 3,5 % auf. Interessanterweise scheint Indien seine gute Position im Ranking der Top-10 Covid-19 Nationen (vgl. Abbildung 2-4) nicht durch diese Top-1%-Journals zu erreichen, zumal der Anteil Indiens in diesen Top-

Zeitschriften bei 0 Prozent liegt. Die Autoren mit deutscher Affiliation publizieren dabei bevorzugt in den folgenden Top-1%-Zeitschriften (ca.-Maße des CiteScores): „Cell“ (24), „Accounts of chemical research“ (20), „The New England Journal of Medicine“ (16), „Science“ (15), „Nature“ (15) und „Nature communications“ (12).

3 Der Innovationswettbewerb in Deutschland

Die weltweite Analyse der bibliometrischen Daten zeigt, dass Deutschland – hinsichtlich der Qualität der Covid-19-Forschung – offensichtlich den Corona-Innovationswettbewerb knapp anführt. Vor diesem Hintergrund beleuchten wir den deutschen Innovationswettbewerb etwas detaillierter. Eine räumliche Analyse zeigt zunächst die führenden Standorte der Covid-19-Forschung in Deutschland, bevor eine genauere Betrachtung der dominierenden Institutionen den Kooperations- und Netzwerkgedanken der Forschung analysiert. Abschließend wird eine Verknüpfung mit den Standorten der an Covid-19 forschenden Pharmaunternehmen den Kooperationsgedanken aufgreifen und Spillover-Effekte aus der Wissenschaft auf die Unternehmen näher betrachten.

3.1 Analyse nach Standorten

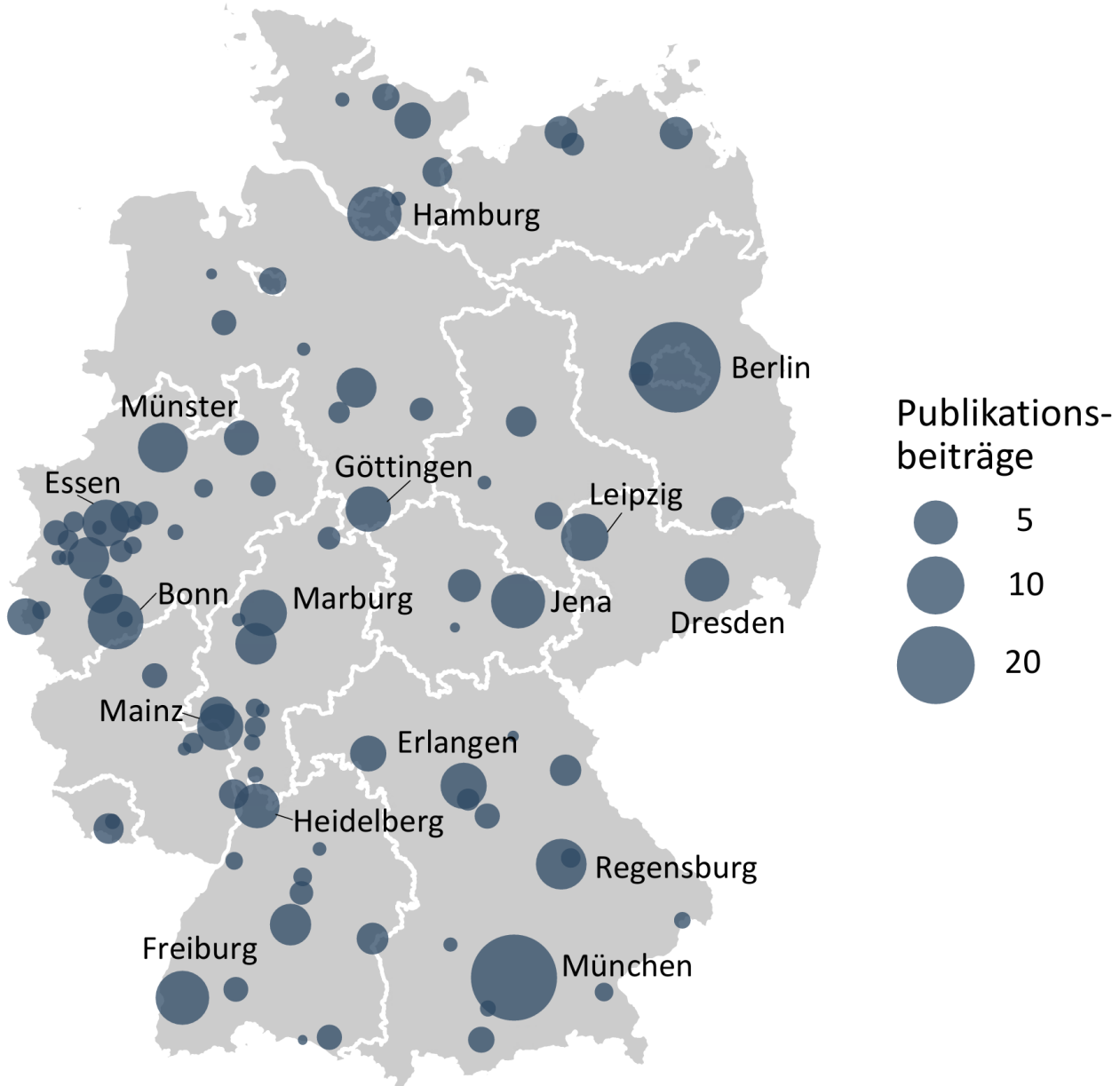
Eine Analyse nach Standorten soll aufzeigen, wo in Deutschland die Wissenschaftler besonders aktiv an der Covid-19-Forschung beteiligt sind. Um der Forschungsqualität der Beiträge Rechnung zu tragen, wird der Datensatz auf solche Beiträge beschränkt, die einen CiteScore größer null aufweisen, sodass Buchbeiträge in Kompendien beispielsweise nicht berücksichtigt werden. Bei solchen Beiträgen handelt es sich in der Regel um weniger originäre Forschungsbeiträge, die die wirkliche Forschungsleistung einzelner Institutionen ansonsten verzerren könnten. Erneut wird darüber hinaus auf die gewichtete Anzahl an Publikationen zurückgegriffen, um Mehrfachzählungen von Forschungsartikeln mit mehreren Autoren und verschiedenen Affiliationen zu vermeiden. Betrachten wir beispielsweise eine Publikation mit zwei Autoren unterschiedlicher Institutionen und Standorte, so erhalten beide Autoren ein Gewicht von 0,5 pro Institution und Standort. Vor diesem Hintergrund scheint eine Anzahl von 10 Publikationsbeiträgen zunächst niedrig. Berücksichtigt man allerdings, dass gerade in den Naturwissenschaften Beiträge mit 5 und mehr Autoren eher die Norm sind (für den deutschen Datensatz liegt der Median bei 6,5 Autoren), so können 10 Publikationsbeiträge schnell 50 Publikationen in renommierten wissenschaftlichen Zeitschriften entsprechen. Angesichts eines Zeitraums von vier Monaten stellt dies einen beachtlichen Forschungsoutput dar.

Abbildung 3-1 zeigt den Forschungsoutput nach Standorten (Städten) in einer Deutschlandkarte. Für Standorte mit mindestens fünf Publikationsbeiträgen werden die Standorte zudem namentlich genannt. Daraus geht deutlich Berlin als publikationsstärkster Standort in Deutschland mit insgesamt etwa 28 Publikationsbeiträgen hervor. Berlin als stärkster Standort in der Covid-19-Forschung verwundert dabei nicht, angesichts bekannter und produktiver Institutionen wie der Charité und dem Robert-Koch-Institut neben den großen Universitäten. Nach Berlin folgt München mit knapp 25 Publikationsbeiträgen. Mit großem Abstand dahinter folgen dann die Standorte Bonn mit 9, sowie Hamburg, Jena und Freiburg mit etwa 8,5 Publikationsbeiträgen. Das Mittelfeld bilden die Standorte Regensburg (über 7), Münster (knapp 7) und Leipzig (über 6). Mit 5 bis 6 Publikationsbeiträgen folgen schließlich Essen, Marburg, Mainz, Erlangen, Göttingen und Heidelberg. Die Tatsache, dass Berlin und München sich als besondere Hochburgen der Covid-19-Forschung hervorheben, wirkt neben den starken Forschungsinstitutionen auch angesichts des Netzwerkgedankens zur deutschen Pharmaindustrie plausibel. So befinden sich in Berlin viele Pharmaunternehmen, während München durch ein starkes

Biotechnologiecluster charakterisiert ist. Der Netzwerkgedanke für die deutschen Pharmaunternehmen wird in Abschnitt 3.3 noch einmal aufgegriffen.

Abbildung 3-1: Corona-Forschungshochburgen in Deutschland

Gewichtete Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen in „Europe PMC“ zum Thema „Corona“ pro Standort vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020.



Quelle: Europe PMC; eigene Darstellung

Neben den besonders produktiven Einzelstandorten wird darüber hinaus auch das Bundesland Nordrhein-Westfalen als besonders produktive Region ersichtlich. Während die produktivsten Standorte Bonn (über 9 Publikationsbeiträge), Münster (knapp 7 Publikationsbeiträge) und Essen (fast 6 Publikationsbeiträge) zum einen hervorgehoben werden, liegt diese führende Rolle Nordrhein-Westfalens vor allem an der besonderen Agglomeration vieler Universitäten und Universitätskliniken in den Regionen des Rheinlands und des Ruhrgebiets.

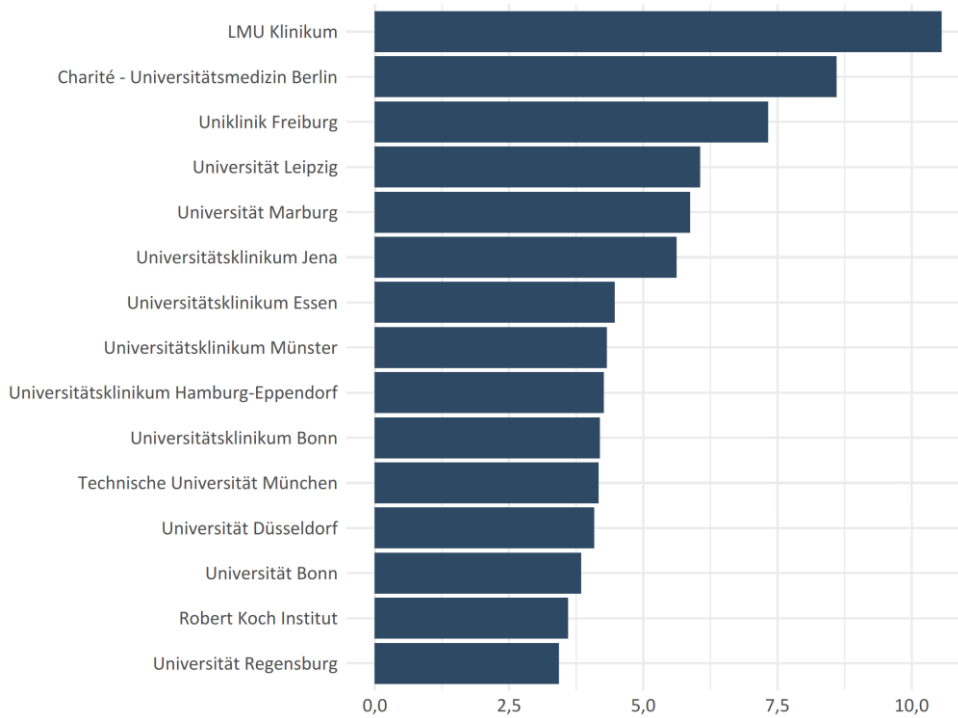
3.2 Analyse nach Institutionen

Hinter den produktiven Standorten stehen letztlich produktive Forschungseinrichtungen und -institutionen, die zum Teil eigenständig und zum Teil in Kooperation mit anderen Institutionen zum Erfolg der Covid-19-Forschung in Deutschland beitragen. Mit Blick auf die besonders produktiven Standorte Berlin und München verwundert es nicht, dass gemessen an der gewichteten Anzahl der Publikationen die LMU Klinik aus München mit 10,6 Publikationsbeiträgen und die Charité aus Berlin mit 8,6 Publikationsbeiträgen das Ranking anführen (vgl. Abbildung 3-2 (a)). Um ein differenzierteres Bild der Produktivität der Forschungseinrichtungen und -institutionen zu erhalten, unterscheiden wir dabei bewusst zwischen Universitäten und Universitätskliniken, obwohl diese üblicherweise zusammengehören. Mit Blick auf Abbildung 3-2 (a) wird deutlich, dass die drei produktivsten Institutionen letztlich Universitätskliniken sind. Gleichzeitig zeigt sich, dass unter den 15 produktivsten Institutionen im Bereich der Covid-19-Forschung auch Institutionen sind, die bei der Standortbetrachtung nicht zu den produktivsten Standorten zählten. Der Grund ist im Besonderen darin zu sehen, dass einige Standorte gerade durch ein Agglomerat verschiedenster Institutionen charakterisiert sind. Neben den prominenten Beispielen in Berlin und München ist an dieser Stelle auch Jena zu nennen. Außer der Universitätsklinik und der Friedrich-Schiller-Universität Jena befinden sich mit dem Max-Planck-Institut für Biochemie oder dem Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie auch führende naturwissenschaftliche Forschungsinstitute an diesem Standort. Mit zum Beispiel der Universität Düsseldorf auf Platz 12 der produktivsten Institutionen werden auch Standorte ersichtlich (vgl. Abbildung 3-2 (a)), die in der Standortbetrachtung nicht so exponiert hervorgehoben wurden, was daran liegt, dass das Forschungsumfeld nicht so diversifiziert ist und maßgeblich von universitätseigenen Instituten anstelle weiterer Forschungsinstitute geprägt ist.

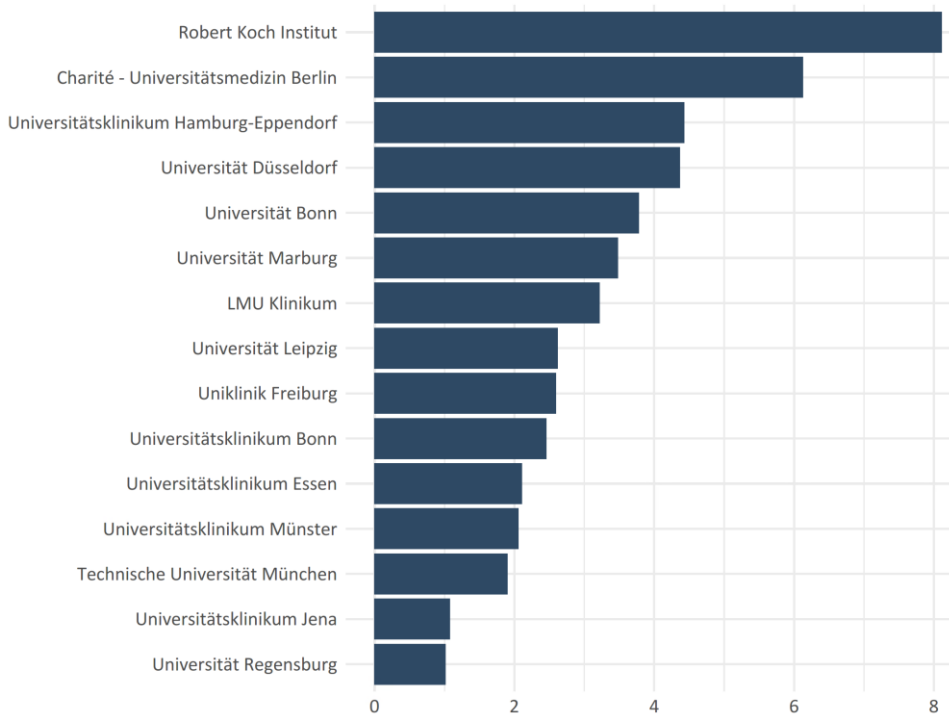
Ein besonderes Alleinstellungsmerkmal der deutschen Covid-19-Forschung besteht vor allem in der Qualität der Forschungsbeiträge (vgl. Abbildung 3-2), gemessen durch den mittleren CiteScore. Vor diesem Hintergrund betrachtet Abbildung 3-2 (b) den mittleren CiteScore einer Publikation pro Institution. Zur besseren Vergleichbarkeit greifen wir hierzu auf die gleichen Institutionen wie in Abbildung 3-2 (a) zurück. Unmittelbar wird deutlich, dass die Betrachtung der Qualität der Forschung anstelle der Quantität das Ranking der Institutionen fundamental verändert. Entsprechend zeigen demzufolge die Forschungsbeiträge des Robert-Koch-Instituts die qualitativ hochwertigsten Beiträge mit einem mittleren CiteScore von über 8, gefolgt von der Charité in Berlin mit über 6 und dem Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf sowie der Universität Düsseldorf mit etwa 4,4. Interessant ist in diesem Zusammenhang insbesondere, dass die Abstände im mittleren CiteScore zwischen den Top-4-Institutionen deutliche Sprünge aufweisen, während die Differenz im mittleren CiteScore weiter unten im Ranking immer geringer wird. Mit Blick auf die Standorte zeigt sich eine deutliche Konzentration zugunsten der Hauptstadt Berlin, die mit dem Robert-Koch-Institut und der Charité die beiden führenden Forschungseinrichtungen hinsichtlich der Qualität der Forschung stellen. Ein wesentlicher Baustein qualitativ hochwertiger Forschung stellen dabei neben der Ausstattung vor allem Forschungs Kooperationen dar (Wang/Kong, 2019). Dabei stellt sich vor allem die Frage, welche Institutionen sich in welchem Maße untereinander vernetzen, um qualitativ hochwertige Forschungsergebnisse zu produzieren.

Abbildung 3-2: Quantität und Qualität der Publikationen nach Institutionen

Gewichtete Anzahl und mittlerer CiteScore der Publikationen nach deutschen Forschungseinrichtungen und Universitäten. Es wird unterschieden zwischen Universität und Universitätsklinik. Zeitraum: 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020.



(a) Top-15 Institutionen nach Anzahl der „Covid-19“-Publikationen



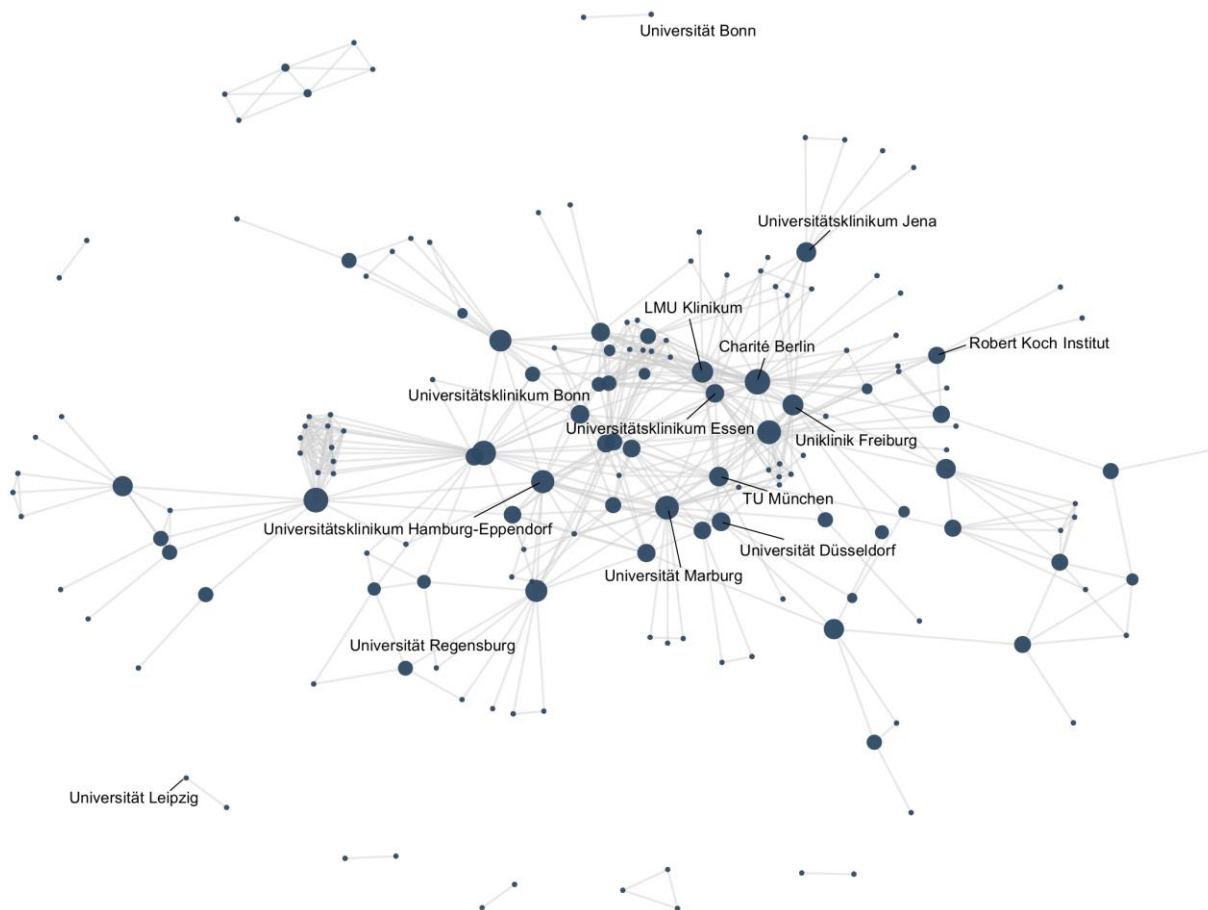
(b) Top-15 Institutionen nach Mittlerem CiteScore der „Covid-19“-Publikationen

Quelle: Europe PMC; Scopus; eigene Darstellung

Abbildung 3-3 zeigt die Forschungsk Kooperationen der forschungstärksten Institutionen in Deutschland in Form einer Netzwerkgraphik. Die Verbindungspunkte zeigen dabei Kooperationen der Institutionen. Die Größe der Knotenpunkte spiegelt die sogenannte „Betweenness“-Zentralität wider. Je größer dabei der Knoten (und damit die „Betweenness“-Zentralität), desto wichtiger ist die jeweilige Institution für das Netzwerk. Damit wird auch der Einfluss dieser Institution für das Netzwerk zum Ausdruck gebracht.

Abbildung 3-3: Forschungsk Kooperationen der forschungstärksten Institutionen in Deutschland

Anzahl der Forschungsk Kooperationen zwischen Wissenschaftlern unterschiedlicher deutscher Institutionen in Forschungsartikeln von Zeitschriften mit einem positiven CiteScore für den Zeitraum vom 1. Dezember 2019 bis zum 25. April 2020. Eine Publikation mit 729 Autoren wurde aus dem Datensatz zur besseren Übersichtlichkeit entfernt.



Quelle: Europe PMC; eigene Darstellung

Entsprechend zeigt die Abbildung 3-3 deutlich die Zentralität der Charité in Berlin für das Forschungsnetzwerk der Covid-19-Forschung. Für die Charité Berlin ergibt sich ein Wert für die „Betweenness“-Zentralität in Höhe von über 67. Knapp dahinter folgen aber die Universitäten Mainz (64) und die Universität Gießen (63). Interessant sind die Funktionen der Universität Marburg und der Universitätsklinik Hamburg-Eppendorf, die gewissermaßen als Gatekeeper zu anderen Netzwerken fungieren. Beide Institutionen weisen dabei einen Wert der „Betweenness“-Zentralität von 52 bis 56 auf. Interessant sind die Funktionen der Universität Leipzig und Bonn,

die außerhalb des zentralen Netzwerks, ohne große Verbindungspunkte zum zentralen Netzwerk, agieren. Allerdings bleibt für den Standort Bonn die Bedeutung der Universitätsklinik hervorzuheben, die innerhalb des zentralen Netzwerks mit einem „Betweenness“-Wert von etwa 30 operiert.

3.3 Bedeutung der unternehmerischen Forschung an SARS-CoV-2

Die erfolgreiche Entwicklung eines wirksamen Impfstoffs gegen SARS-CoV-2 sowie die Suche nach neuen Medikamenten gegen Covid-19 setzt ein tiefgehendes Verständnis über die bislang unbekannte Virusform voraus. Die Grundlagenforschung, die zurzeit unter Hochdruck an den wissenschaftlichen Forschungsinstituten in Deutschland und weltweit betrieben wird, liefert fortwährend neue Erkenntnisse über den Aufbau des Virus, seine Verbreitung und seine Übertragungswege. Um aber die wissenschaftlichen Ergebnisse in die klinische Anwendung übertragen zu können, bedarf es zwingend der Einbeziehung und Zusammenarbeit mit der pharmazeutischen Industrie. Pharmazeutische Unternehmen zeigen sich im Kampf gegen das Corona-Virus seit Wochen stark. Gegen SARS-CoV-2 sind mittlerweile mindestens 97 Impfstoffprojekte angelaufen: Laut der Weltgesundheitsorganisation WHO sind es bestätigte 83 Projekte, an denen Unternehmen und Institute oftmals gemeinsam arbeiten, sowie mindestens vierzehn weitere Projekte, die in der Aufstellung der WHO noch nicht verzeichnet sind (Stand: 23.04.2020; vfa, 2020a). Das US-amerikanische Milken Institute listet zudem laufende Projekte in der Medikamentenentwicklung gegen Covid-19, an denen in der Regel ebenfalls Unternehmen beteiligt sind. Das Institut verzeichnet aktuell rund 150 laufende Medikamentenprojekte weltweit (Stand: 24.04.2020; Milken Institute, 2020).

In der pharmazeutischen Forschung und Entwicklung (F&E) hat die Arbeitsteilung zwischen Staat, respektive der von ihm betriebenen öffentlichen Institutionen, und privatwirtschaftlichen Unternehmen eine lange Tradition. Der Staat betreibt Grundlagenforschung an Hochschulen, Instituten und Forschungszentren. Pharmazeutische Unternehmen sind vor allem in der angewandten Forschung aktiv. Sie kooperieren mit staatlich finanzierten Akteuren, entwickeln Wirkstoffkonzepte und konkrete Produkte, führen klinische Studien durch und vermarkten erfolgreich zugelassene Produkte. Die Begründung dieser Arbeitsteilung ergibt sich aus den Finanzierungsspielräumen der Akteure und deren Abwägung von Chancen und Risiken pharmazeutischer Forschungsprojekte. Eine Finanzierung der angewandten Forschung im Sinne der Entwicklung von Arzneimitteln und der Durchführung hierfür notwendiger klinischer Studien entlang der pharmazeutischen Wertschöpfungskette ist aus staatlicher Hand, wie etwa aus Steuermitteln, kaum möglich – Unternehmen hingegen können die hierfür benötigten Investitionen aus den Gewinnen bereits erfolgreich an den Markt gebrachter Produkte stemmen. Die medizinische Grundlagenforschung ist besonders risikoreich, da ihre Erfolgschancen mit Blick auf die Entwicklung eines marktfähigen Produkts kaum absehbar sind – vor allem unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Entwicklungszeit eines Medikaments von rund 12 bis 15 Jahren. Unternehmen sind daher nur in einem geringen Maße in der Grundlagenforschung aktiv. So belegen Studien in diesem Zusammenhang, dass die Übertragungsraten von Ergebnissen aus der Grundlagenforschung in die klinische Verwendung, wie erwartet, gering ist (Contopoulos-Ioannidis et al., 2003). Gleichwohl ist die Abhängigkeit der Pharmaindustrie von der akademischen Grundlagenforschung hoch (Mansfield, 1995). Eine Verzahnung von Grundlagen- und angewandter Forschung und damit von öffentlichen Forschungsinstitutionen und Unternehmen im

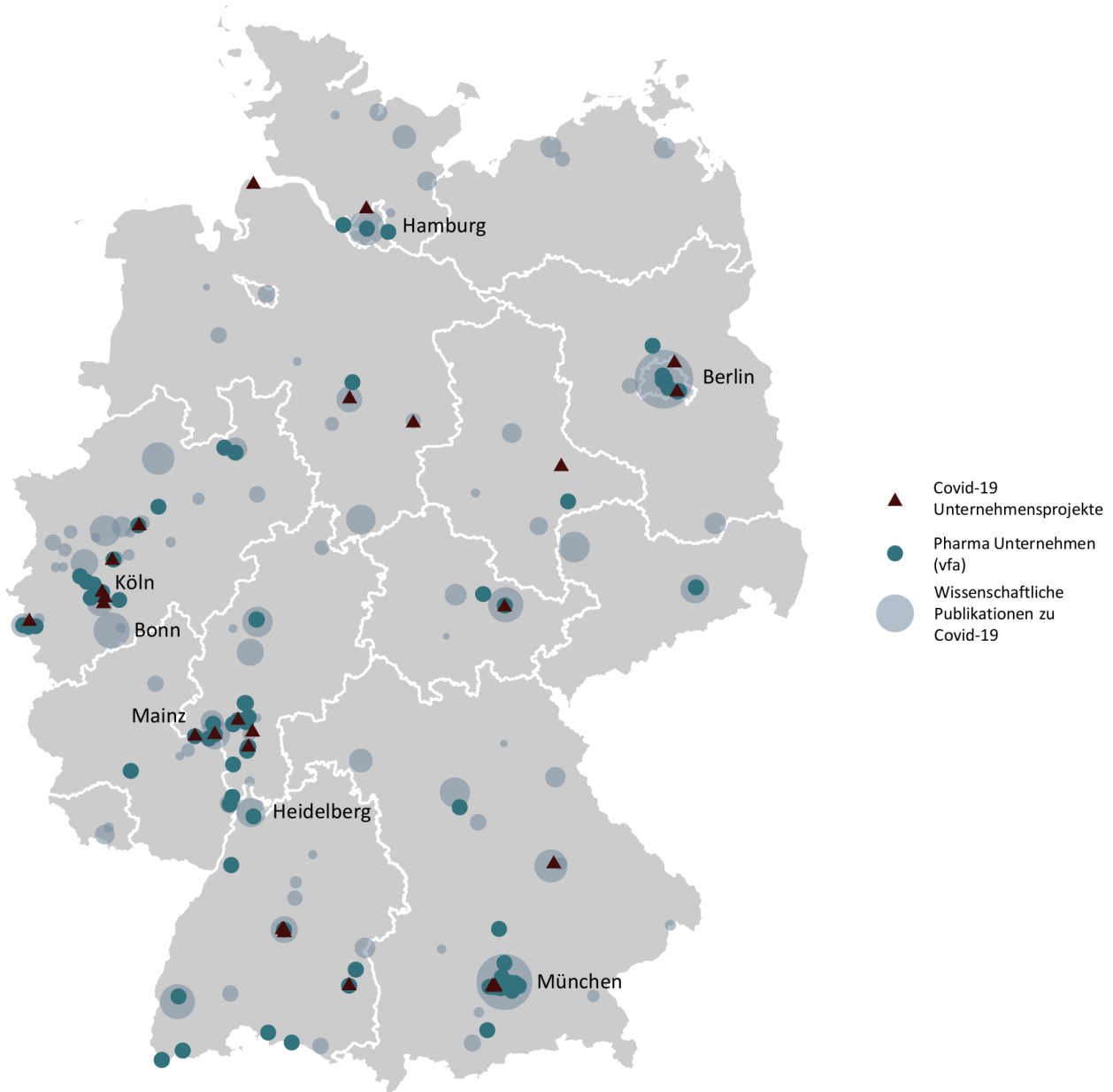
pharmazeutischen Bereich bietet sich vor diesem Hintergrund und mit Blick auf die notwendige zielgerichtete Übertragung akademischer Ergebnisse in die klinische Anwendung als vorteilhaft für beide Seiten an. Crowley formuliert diese Notwendigkeit folgendermaßen: „Academia and industry need each other to effect substantive improvements in health. Without substantive collaboration between these two, maximum advances in healthcare for the (...) public are unlikely.“ (Crowley, 2003)

Wissenschaftliche Studien zeigen, dass ein gewisser Grad an räumlicher Nähe zu externen Wissensquellen die Interaktion und Kooperation mit diesen erleichtert und so Lernprozesse und Innovationen eines Unternehmens beeinflussen kann (Boschma, 2005). Trotz der technologischen Möglichkeiten, welche die fortschreitende Digitalisierung heute bietet, gilt dies nach wie vor – ebenso für global aufgestellte pharmazeutische Unternehmen mit ihren internationalen Wertschöpfungsketten. Die regionale Verteilung der pharmazeutischen Unternehmen in Deutschland gibt Hinweise darauf, dass die notwendige Verzahnung von akademischer und unternehmerischer Forschung im Arzneimittelbereich neben anderen Faktoren bei der Wahl des Standorts eine Rolle gespielt haben dürfte. Pharmaunternehmen haben sich seit jeher in bestimmten Gebieten niedergelassen, um dort ihre Forschungsabteilungen und Produktionsstätten aufzubauen. Diese Standorte erfüllen in besonderem Maße industriespezifische Anforderungen hinsichtlich der Infrastruktur, Humankapitalausstattung und regionaler Branchenstruktur. Der entscheidende Vorteil eines regionalen Clusters liegt darin, dass potenzielle Kooperationspartner in der Nähe sind und die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und der Wissenschaft leichter zu organisieren sind. Bedeutende Pharmastandorte finden sich in Nordrhein-Westfalen (NRW) entlang des Rheins, in der Rhein-Main-Region Südhessens, sowie in Oberbayern und Berlin (vgl. Abbildung 3-4).

Die Ballung der pharmazeutischen Industrie in Nordrhein-Westfalen, Südhessen und Berlin ist unter anderem dem Umstand geschuldet, dass pharmazeutische Unternehmen aufgrund der hier oftmals bereits vorhandenen starken Chemiestandorte und der Möglichkeit, Wasserwege zu nutzen, regionale Vorteile sahen. Darüber hinaus sind in diesen Regionen wichtige akademische Forschungsinstitute in den Bereichen Naturwissenschaften und Medizin angesiedelt – wie etwa die Charité in Berlin, das Forschungszentrum Jülich in Nordrhein-Westfalen oder die starke Hochschullandschaft in der Region rund um Heidelberg. Oberbayern zählt dabei weniger zu den alten, traditionellen Pharmastandorten, sondern zeichnet sich vor allem durch die Ansiedlung von Unternehmen der pharmazeutischen Biotechnologie aus. Bereits 1984 unterstützte das Bundesforschungsministerium die Gründung eines der vier Gen-Zentren Deutschlands durch die Ludwig-Maximilians-Universität und das Max-Planck-Institut in Martinsried bei München – weitere Zentren entstanden in Heidelberg, Berlin und Köln. Auch heute noch stellt Martinsried die wissenschaftliche Kompetenz in der biopharmazeutischen Biotechnologie dar (Kirchhoff, 2012).

Abbildung 3-4: Covid-19-Forschungscluster und deutsche Pharmaunternehmen

Anzahl der gewichteten Publikationen zum Thema „Covid-19“ von Forschungsinstitutionen nach Standorten vom 1. Dezember 2019 bis 25. April 2020 in Grau. Standort forschender Pharma- und Biotechnologieunternehmen in Grün; Standorte der laufenden Unternehmensprojekte zu Covid-19 in Braun.



Quelle: Europe PMC; vfa; eigene Darstellung

Das Innovationsmanagement der Unternehmen vollzog dabei im Verlauf der letzten Dekaden einen deutlichen Wandel. Die steigende Komplexität der Forschungsprozesse, neue technologische Möglichkeiten, die steigende Anzahl an hochqualifizierten Experten außerhalb pharmazeutischer Unternehmen sowie der zunehmende Kostendruck der Gesundheitssysteme, der die Branche vermehrt belastet, begründen den Übergang von einem nahezu komplett im Unternehmen stattfindenden Forschungsprozess hin zu einer verstärkten Integrierung von „open innovation“-Ansätzen. Wurden Innovationen lange Zeit überwiegend innerhalb der eigenen

Forschungsabteilungen des Unternehmens entwickelt, liegt der Fokus nun oftmals auf kooperativen Innovationsprozessen (Braun et al., 2012). Vor allem in der Translation der Forschungsergebnisse aus den öffentlichen Forschungsinstituten zu anwendbaren Produkten geht oftmals viel Zeit und auch Wissen verloren. Hier bietet „open innovation“ einen vielversprechenden Ansatz zur Beschleunigung der Translation. Mit dem Wandel im Innovationsmanagement der Unternehmen stieg folglich die Bedeutung strategischer Allianzen in der Pharmaindustrie (Schuhmacher et al., 2013). Die Zusammenarbeit in der pharmazeutischen Forschung zwischen Unternehmen und Hochschulen in Form von „public-private partnerships“ (PPP) ist dabei kein neues Konzept. In dieser institutionalisierten Kooperation teilen sich die beteiligten Akteure nicht nur die Kosten und Risiken, sondern auch die Nutzungsrechte an so entstandenen Medikamenten. Arbeiteten Unternehmen mit Universitäten respektive öffentlichen Forschungsinstituten zunächst bilateral im Sinne von Auftragsforschung, Beratung und Forschungsvereinbarungen zusammen, kooperieren mittlerweile verstärkt unterschiedliche Player in Verbundforschungsprojekten, wie Stiftungen, Patientenvertretungen, Regulierungs- und Zulassungsbehörden sowie konkurrierende Unternehmen. Multi-stakeholder PPPs bieten nicht nur die Möglichkeit, die Interessen und Bedürfnisse verschiedener Akteure in einem gemeinschaftlichen Projekt gleichberechtigt einzubringen, sondern gleichzeitig die Expertise und das Wissen entlang der pharmazeutischen Wertschöpfungskette zusammenzuführen und damit beispielsweise Doppelarbeiten zu vermeiden, was zu einer Erhöhung der F&E-Produktivität führen kann (de Vrueth/Crommelin, 2017).

In der Corona-Krise zeigt sich der Vorteil des verstärkten Übergangs zu kooperativen Forschungsprojekten in der Pharmaindustrie an der Geschwindigkeit, mit der Unternehmen sich untereinander und mit anderen Playern vernetzen, an einem neuen Impfstoff oder Medikamenten arbeiten und dabei innerhalb weniger Wochen erste Fortschritte erzielen. Dies weist darauf hin, dass die Zusammenarbeit im Arzneimittelbereich zwischen den unterschiedlichen Akteuren entlang der pharmazeutischen Wertschöpfungskette eingeübt ist. Drei Beispiele seien hier stellvertretend genannt:

- Ende März 2020 bündelten 15 internationale Pharma- und Biotechunternehmen im Auftrag des „Covid-19 Therapeutics Accelerator“ – einer industrieübergreifenden Kooperation von Pharmaindustrie und akademischen Institutionen – der „Bill & Melinda Gates Foundation“ ihre Kräfte im Kampf gegen das Corona-Virus. Ihr Ziel ist es, Medikamente und Behandlungen für COVID-19 schnellstmöglich zu entwickeln, herzustellen und zu liefern. Hierfür öffnen die Unternehmen ihre internen Wirkstoffdatenbanken – die wichtigste und sensibelste Forschungsressource eines jeden Pharmaunternehmens.
- Sowohl die europäische „Innovative Medicines Initiative“ (IMI) – ein PPP, welches von der europäischen Kommission und europäischen Pharmaverbänden 2008 gegründet wurde –, als auch die product development partnership „Coalition for Epidemic Preparedness Innovations“, welche unter anderem von Norwegen, Deutschland, Japan, Kanada, Australien, der Gates-Stiftung und dem Wellcome Trust finanziert wird, arbeiten in der Corona-Krise daran, passende und erfolgsversprechende Impfstoff- und Medikamentenprojekte zu koordinieren, voranzutreiben und finanziell zu unterstützen. Beide PPPs fördern beispielsweise das Impfstoffprojekt des Unternehmens CureVac in Tübingen (vfa, 2020a).

- In Deutschland ist bereits der erste Impfstoffkandidat in vier Wirkstoffvariationen, die aus einer Kooperation des Mainzer Biotech-Unternehmens BioNTech mit dem Pharmaunternehmen Pfizer hervorgegangen sind, vom Paul-Ehrlich-Institut für die klinische Prüfung am Menschen zugelassen worden – erst im Januar 2020 hatten die Wissenschaftler von BioNTech mit der Erarbeitung eines Forschungskonzepts begonnen; in der Regel dauert dieser Prozess Jahre. (Süddeutsche Zeitung, 2020)

Diese Beispiele verdeutlichen, dass es sich bei der pharmazeutischen Industrie um eine global aufgestellte und stark vernetzte Branche handelt, deren Forschungs Kooperationen und -prozesse in weiten Teilen international organisiert sind. Doch auch die räumliche Nähe von Akademia und Wirtschaft scheint eine wichtige Rolle in der F&E von Impfstoffen und Medikamenten gegen das Corona-Virus zu spielen. Wird die Standortkarte der deutschen wissenschaftlichen Publikationen zu Covid-19 über die Standortkarte der deutschen Unternehmensprojekte in diesem Bereich gelegt, zeigen sich deutliche örtliche Überschneidungen (vgl. Abbildung 3-4). Sowohl mit Blick auf die Anzahl der wissenschaftlichen Publikationen als auch auf die Anzahl der laufenden Unternehmensprojekte stechen München, das Rheinland/Ruhrgebiet, das Rhein-Main-Gebiet und daneben Berlin und Tübingen hervor – sowohl in der akademischen Grundlagenforschung als auch in der unternehmerischen, angewandten Forschung liegen in diesen Regionen die Schwerpunkte der jeweiligen Aktivitäten. Dies kann auf eine mehr oder weniger institutionalisierte Verzahnung von Unternehmen und öffentlichen Forschungsinstituten und damit auf Spillover-Effekte in den Innovationsprozessen hindeuten. Betrachtet man diese Standorte genauer, verwundert die regionale Häufung der akademischen und unternehmerischen Forschungsprojekte nicht. Eine Bebilderung erfolgt am Beispiel der drei Regionen in Deutschland, die am stärksten in Unternehmensprojekten involviert sind:

- Aktuell sind in der **Metropolregion München** sechs Unternehmensprojekte gelistet, die alle von Biotechnologieunternehmen durchgeführt werden – diese Unternehmen sind alle in Planegg/Martinsried ansässig. Nahezu all diese Unternehmen sind Teil des Innovations- und Gründerzentrums Biotechnologie in Martinsried (IZB), welches sich in räumlicher Nähe zur Ludwig-Maximilians-Universität und biotechnologischen Forschungseinrichtungen wie den Max-Planck-Instituten auf dem Campus Martinsried befindet. Daneben gilt München als einer der bedeutendsten Standorte in der akademischen Covid-19-Forschung (vgl. Abbildung 3-1), was zum einen auf die wissenschaftliche Expertise der dort ansässigen Forschungsinstitute, zum anderen auf deren starke Vernetzung untereinander, mit anderen Instituten deutschlandweit (vgl. Abbildung 3-3) aber auch mit ansässigen Unternehmen zurückgeführt werden könnte, die von der räumlichen Nähe zur Grundlagenforschung ebenfalls profitieren können.
- Im **Rheinland/Ruhrgebiet** (inklusive der Städteregion Aachen) sind sechs Unternehmen in Projekten zur Impfstoff- und Medikamentenentwicklung tätig. Im Vergleich zu den Unternehmensprojekten in der Metropolregion München sind diese zum einen räumlich stärker diversifiziert, zum anderen werden sie sowohl von Biotechnologie- und Pharmaunternehmen als auch von Anbietern von Plattformtechnologien gleichermaßen durchgeführt. Der Pharmastandort NRW zeichnet sich durch eine hohe Expertise der Unternehmen in der Forschung und Produktion aus. Mit Blick auf die akademische Forschung in NRW stechen die Universität Essen, die Universitätsklinik Bonn und die

Universitätsklinik Münster mit einer hohen Anzahl an Publikationen zu Covid-19 hervor (vgl. Abbildung 3-2). Die Universitätsklinik Aachen erstellt aktuell ein Register für Covid-19-Obduktionen, um neue Erkenntnisse für die Corona-Forschung zu gewinnen; auf dieser Grundlage können Behandlungsmöglichkeiten weiter spezifiziert werden. Nahezu alle der in Forschungsprojekten involvierten Unternehmen sowie die genannten Universitäten respektive Universitätskliniken sind neben weiteren universitären und außeruniversitären Instituten über das Cluster Bio.NRW verbunden, welches seit seiner Gründung im Jahr 2008 vom Forschungszentrum Jülich betrieben wird. Das Clustermanagement bietet sich in der Corona-Krise als Plattform für die Kontakt- und Kooperationsvermittlung zwischen Unternehmen und akademischer Forschung in NRW an.

- Im **Rhein-Main-Gebiet** sind zurzeit fünf Unternehmensprojekte verzeichnet. Auch hier ist die Unternehmensstruktur diversifiziert: Es sind „klassische“ Pharmaunternehmen und Biotechnologieunternehmen in der Covid-19-Forschung tätig, die sich räumlich auf das Dreieck Frankfurt-Darmstadt-Mainz/Ingelheim verteilen. In Mainz ist das zurzeit erfolgreichste deutsche Impfstoffprojekt der BioNTech/Pfizer-Kooperation angesiedelt. Auch hier sind die Unternehmen in unterschiedlichen Clustern eingebunden, wie beispielsweise das „rhein-main-cluster chemie & pharma“ oder im Cluster für Individualisierte ImmunIntervention (Ci3). In letzterem sind neben Branchengrößen wie Boehringer Ingelheim, Merck und Sanofi, sowie Forschungsinstituten (Fraunhofer, Max-Planck-Institut, Paul-Ehrlich-Institut) auch die Universität Frankfurt und die Universitätsmedizin Mainz eingebunden. Beide Universitäten zählen gemessen an ihrer Publikationsleistung zu bedeutenden Institutionen in der Covid-19-Forschung.

Im Ergebnis lassen sich zwei grundlegende Schlussfolgerungen ziehen. Erstens, die Zusammenarbeit in globalen und nationalen Netzwerken bestehend aus Akademia und Wirtschaft ist in der pharmazeutischen Forschung eingeübt. Dies zeigt zum einen die schnelle, institutionalisierte Vernetzung der Unternehmen untereinander sowie mit anderen Playern in der Arzneimittelforschung, zum anderen die Geschwindigkeit, mit der erste Ergebnisse erreicht und über entsprechende Veröffentlichungen mit anderen geteilt werden. Zweitens, eine starke Grundlagenforschung vor Ort scheint mit einer ebenfalls starken angewandten Forschung einherzugehen. Der Pharmastandort Deutschland profitiert von einer Verbundforschung, die darauf ausgelegt ist, die Nutzung und Verwertung von Forschungsergebnissen zu verbessern. Doch mit Blick auf die unternehmerische Forschung an SARS-CoV-2 in Deutschland darf hier kein falscher Schluss gezogen werden: Ein starker Wissenschaftsstandort spielt eine wichtige Rolle bei der Standortwahl pharmazeutischer Unternehmen und Deutschland ist durch eine international hoch anerkannte universitäre und nicht-universitäre Forschungslandschaft geprägt – dies ist neben anderen Standortfaktoren ein wichtiger Grund, warum Pharmaunternehmen Forschungs- und Produktionsstätten in Deutschland aufgebaut haben. Doch die Pharmaindustrie plant und agiert im globalen Maßstab, so dass auch die Forschungsabteilungen der Unternehmen in Deutschland nicht erst mit einer Impfstoff- und Medikamentenentwicklung begonnen haben, als die Pandemie Europa und Deutschland mit entsprechend hohen Infektionszahlen erreicht hat; die akademische Forschung in Deutschland nahm aber erst ab diesem Punkt Fahrt auf. Die akademische Grundlage für die laufenden Unternehmensprojekte kann schon allein deshalb nicht ausschließlich auf in Deutschland laufende wissenschaftliche Forschungsprojekte zu Covid-19 beruhen. Forschungsergebnisse, sowohl aus dem akademischen als auch aus dem unternehmerischen

Umfeld, fließen in die Arbeiten der Wissenschaftler auf der ganzen Welt ein. Damit profitiert aber auch die angewandte Arzneimittelforschung in Deutschland von wissenschaftlichen Fortschritten in anderen Ländern – dies gilt für publizierte Ergebnisse aus der Grundlagenforschung und für Ergebnisse aus den Forschungsabteilungen der weitestgehend global agierenden Unternehmen und das umso mehr, je qualitativ hochwertiger die nationale Forschungsleistung ist.

4 Fazit und Ausblick

Die Analyse zeigt, dass die wissenschaftliche Grundlagenforschung und die angewandte unternehmerische Forschung gleichermaßen auf Hochtouren an therapeutischen Medikamenten und Impfstoffen gegen das Coronavirus arbeiten. Ob und wie schnell eine Lösung für eine Rückkehr zur alten Normalität gefunden werden kann, wird dabei auch eine Frage der internationalen und nationalen Kooperation zwischen wissenschaftlichen und unternehmerischen Forschern sein. In diesem Zusammenhang kommen deutliche Signale aus der Wissenschaft (Leopoldina, 2020), der Politik (EU-Kommission, 2020) und der Pharmaindustrie (vfa, 2020a; Milken Institute, 2020) zur internationalen Vernetzung und Kooperation, um möglichst schnell die Entwicklung voranzutreiben.

Die ländervergleichende Analyse betont dabei auch die führende Rolle Deutschlands in dieser internationalen Kraftanstrengung gegen das Virus. Die Analyse nach Standorten und Institutionen zeigt das enorme Potential der deutschen Forschung und hebt die Bedeutung von Spillover-Effekten für die angewandte unternehmerische Forschung hervor. Die große Bereitschaft der Forscher zur Kooperation – sowohl zwischen öffentlichen als auch zwischen unternehmerischen Forschungseinrichtungen – und das Teilen von neuesten Erkenntnissen stellt dabei einen wichtigen Schlüssel auf der Suche nach einem Gegenmittel dar.

Literatur

- Acs, Zoltan / Audretsch, David / Feldman, Maryann, 1994, R&D spillovers and recipient firm size, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 76, Nr. 2, S. 336–340
- Audretsch, David / Feldman, Maryann, 1996, R&D spillovers and the geography of innovation and production, *American Economic Review*, Vol. 86, Nr. 3, S. 630–640
- Bardt, Hubertus / Hüther, Michael, 2020, Corona stoppt die Volkswirtschaft von allen Seiten, *IW-Kurzbericht*, Nr. 31/2020, Köln
- Braun, Andreas/ Müller, Elisabeth/Vladova, Gergana/ Adelhelm, Silvia (Hrsg.), 2012, *Open Innovation in Life Sciences: Konzepte und Methoden offener Innovationsprozesse im Pharma-Mittelstand*, Springer Gabler, Wiesbaden
- Boschma, Ron A., 2005, Proximity and innovation: a critical assessment, *Regional Studies*, Volume 39(1), S. 61-74
- Contopoulos-Ioannidis, Despina G./ Ntzani, Evangelina/ Ioannidis, John P. A., 2003, Translation of highly promising basic science research into clinical applications, *American Journal of Medicine* 114(6), S. 477–484
- Crowley, William F., 2003, Translation of basic research into useful treatments: how often does it occur?, *American Journal of Medicine* 114(6), S. 503-505
- Dasgupta, Partha / David, Paul, 1994, Towards a new economics of science, *Research Policy*, Vol. 23, Nr. 4, S. 487–521
- Deubner, Lea, 2020, Wie China versucht, die Geschichte des Corona-Ausbruchs neu zu schreiben, *Süddeutsche Zeitung*, 15.03.2020
- de Vrueth, Remco L. A./ Crommelin, Daan J. A., 2017, Reflections on the future of pharmaceutical public-private partnerships: from input to impact, *Pharmaceutical Research*, Volume 34(5), S. 1985-1999
- EU Kommission, 2020, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_20_680 [29.04.2020]
- Europe PMC, <https://europepmc.org/> [09.04.2020]
- Griliches, Zvi, 1992, The search for R&D spillovers, *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 94, S. 29–47
- Jaffe, Adam, 1989, Real effects of academic research, *The American Economic Review*, Vol. 79, Nr. 5, S. 957–970
- Kirchhoff, Jasmina, 2012, Wissensbasis und regionale Agglomeration: Zwei Pharmacluster im Vergleich, *IW-Trends*, 39. Jg., Nr. 4, S. 89–104
- Leopoldina, 2020, The critical need for international cooperation during Covid-19 pandemic, joint statement of academies of science and medicine, https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_COVID-19_Joint_statement_Final.pdf [23.04.2020]
- Lindenberg, Siegwart, 2001, Intrinsic motivation in a new light, *Kyklos*, Vol. 53, Nr. 2, S. 317–342

- Mansfield, Edwin, 1995, Academic research underlying industrial innovations: sources, characteristics, and financing, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 77, No. 1, S. 55-65
- McCabe, Mark / Snyder, Chris, 2015, Does online availability increase citations? Theory and evidence from a panel of economics and business journals, *Review of Economics and Statistics*, Vol. 97, Nr. 1, S. 144–165
- Milken Institute, 2020, COVID-19 Treatment and Vaccine Tracker, <https://milkeninstitute.org/sites/default/files/2020-04/Covid19%20Tracker%20NEW4-3-20-2.pdf>, [24.04.2020]
- Monjon, S. / Waelbroeck, Patrick, 2003, Assessing spillovers from universities to firms: Evidence from French firm-level data, *International Journal of Industrial Organization*, Vol. 21, Nr. 9, S. 1255–1270
- Mueller-Langer, Frank / Scheufen, Marc/ Waelbroeck, Patrick, 2020, Does online access promote research in developing countries? Empirical evidence using article-level data, *Research Policy*, Vol. 49, Nr. 2, S. 1–20
- Romer, Paul, 1986, Increasing Return and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, Vol. 94, Nr. 5, S. 1002–1037
- Romer, Paul, 1990, Endogenous technological change, *Journal of Political Economy*, Vol. 98, Nr. 5, S. 71-102
- Rusche, Christian, 2020, Corona: Wettbewerbliche Aspekte der Virus-Pandemie, *IW-Kurzbericht*, Nr. 46/2020, Köln
- Scheufen, Marc, 2015, *Copyright versus Open Access*, Springer International, Wiesbaden
- Schuhmacher, Alexander/ Germann, Paul-Georg/ Trill, Henning/ Gassmann, Oliver, 2013, Models for open innovation in the pharmaceutical industry, *Drug Discovery Today*, Volume 18, Number 23/24, S. 1133-1137
- Spiegel, 2020, Merkel sieht Coronakrise als größte Herausforderung seit dem Zweiten Weltkrieg, <https://www.spiegel.de/politik/deutschland/angela-merkel-sieht-corona-krise-als-groesste-herausforderung-seit-dem-zweiten-weltkrieg-a-bd56dc3f-2436-4a03-b2cf-5e44e06ffb49> [23.04.2020]
- Streck, Hendrik / Hartmann, Gunther / Exner, Martin / Schmid, Matthias, Vorläufiges Ergebnis und Schlussfolgerungen der Covid-19 Case-Cluster-Study (Gemeinde Gangelt), land.nrw, Zwischenbericht, 9. April, https://www.land.nrw/sites/default/files/asset/document/zwischenbericht_covid19_case_study_gangelt_0.pdf [15.04.2020]
- Süddeutsche Zeitung, 2020, Erste klinische Studie zu Corona-Impfstoff in Deutschland zugelassen, 22. April 2020, <https://www.sueddeutsche.de/gesundheit/coronavirus-impfstoff-deutschland-biontech-1.4884844> [27.04.2020]
- Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (vfa), 2020, <https://www.vfa.de> [16.04.2020]
- Verband Forschender Arzneimittelhersteller e.V. (vfa), 2020a, Impfstoffe zum Schutz vor Covid-19, der neuen Corona-Infektion, <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov> [24.04.2020]

Wang, Gaofeng / Kong, Qingqing, 2019, The dilemmas of scientific research cooperation and their resolution from the perspective of evolutionary psychology, *Frontiers in Psychology*, Vol. 10, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02561> [23.04.2020]

Abstract

The Corona Innovation Race in Science – An analysis of scientific publications on the fight against the corona pandemic and their significance for the pharmaceutical industry in Germany

The corona pandemic and the associated restrictions on social and economic life have been affecting all our lives around the world for several weeks now. Besides, the possible strategy of aiming for herd immunity by infecting 60 to 70 percent of the population, a suitable vaccine is the great hope to restore the “old normality”, as Olaf Scholz calls it, in the near future. Against this background, science and pharmaceutical companies are looking for innovations.

This study examines the flood of scientific publications on the basis of bibliometric data from “Europe PubMed Central” to analyze the spillover effects from science to the pharmaceutical innovation process. The analysis of the scientific publications from December 1, 2019, to April 15, 2020, over time and in comparison to other countries, reveals a flood of new contributions and findings that should help to better understand the virus “SARS-CoV-2” in order to develop a vaccine against this background. In addition to the quantitatively impressive number of publications, the quality of research shows that Germany is a leader in scientific research. This leading role of Germany in the fight against the virus motivates a detailed examination. In addition to an analysis according to locations and institutions, which provides a better understanding of Germany’s research performance, the focus will also be on the significance of this for the pharmaceutical industry in Germany.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Anzahl der Publikationen im Zeitablauf.....	7
Abbildung 2-2: Wissenschaftliche Publikationen zum Thema „Coronavirus“	8
Abbildung 2-3: Zusammenhang zwischen Publikationsaktivität und Infektionszahl	10
Abbildung 2-4: Mittlerer CiteScore nach Publikationsland	11
Abbildung 3-1: Corona-Forschungshochburgen in Deutschland	14
Abbildung 3-2: Quantität und Qualität der Publikationen nach Institutionen	16
Abbildung 3-3: Forschungsk Kooperationen der forschungsstärksten Institutionen in Deutschland	17
Abbildung 3-4: Covid-19-Forschungscluster und deutsche Pharmaunternehmen.....	20