

Impfstoffe und Medikamente gegen SARS-CoV-2. Was leistet die Forschung?

Author(s): Norbert Arnold

Konrad Adenauer Stiftung (2020)

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep25291>

Accessed: 24-10-2020 15:17 UTC

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



JSTOR

Konrad Adenauer Stiftung is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to this content.



Impfstoffe und Medikamente gegen SARS-CoV-2. Was leistet die Forschung?

Norbert Arnold

- › Obwohl Sars-CoV-2 ein neues Virus ist, gibt es bereits vielversprechende Ansätze zur Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten. Dies spricht für die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit in Deutschland und eine effiziente internationale Forschungszusammenarbeit.
- › Die Forschungspolitik hat sehr schnell auf die Erfordernisse der SARS-CoV-2-Pandemie reagiert, die Forschungsförderung in den relevanten Bereichen aufgestockt und internationale Kooperationsprojekte unterstützt.
- › Die Corona-Krise als Stress-Situation auch für die Forschung legt Ansatzpunkte für die Weiterentwicklung des Wissenschaftssystems in „Post-Corona-Zeiten“ offen. Wissenschaft muss stärker als eine Institution zur Problemlösung in den grundlegenden Bereichen Gesundheit, Ernährung, Ressourcen und Umwelt gefördert werden.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	2
1. SARS-CoV-2-Impfstoff: Forschungsprojekte, Ziele, aktueller Stand.....	2
2. Medikamente gegen SARS-CoV-2: wichtige Forschungsansätze.....	4
3. Wissenschaftspolitik in Krisenzeiten: Strategien und Maßnahmen.....	5
4. Konsequenzen für das Wissenschaftssystem.....	6
Impressum	9

Einleitung

Die SARS-CoV-2-Pandemie stellt nicht nur das Gesundheitssystem und die Wirtschaft vor große Herausforderungen, sondern auch das Wissenschaftssystem. Von Wissenschaft und Forschung werden Lösungen zur Bewältigung der Krise erwartet. Dies betrifft insbesondere die medizinisch-biologische Forschung: Aufklärung der Virusstruktur und der Biologie des Virus, Identifizierung der Infektionswege und Infektionsschutz, schnelle und genaue Diagnostik, wissenschaftlich fundierter Rat und vor allem die schnelle Entwicklung von Impfstoffen und Medikamenten.

An vielen deutschen Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wird langfristig und kontinuierlich Forschung betrieben, die in der aktuellen Pandemie hilfreich ist.¹ Sehr schnell scheint es zu gelingen, Wissenschaft und Forschung auf aktuelle Bedürfnisse zu konzentrieren.² Wissenschaftler nehmen ihre gesellschaftliche Verantwortung wahr und beraten Politik und Öffentlichkeit.³

Dennoch stellt sich die Frage, ob Wissenschaft und Forschung optimal auf Krisenzeiten vorbereitet sind und was in Zukunft besser gemacht werden könnte. Im Folgenden wird der Stand der Sars-CoV-2-Impfstoffforschung (1.) und der Entwicklung von antiviralen Medikamenten (2.) skizziert. Daran anschließend wird ein Blick auf die „Krisenfestigkeit“ der Wissenschaftspolitik (3.) und des Wissenschaftssystems (4.) geworfen.

1. SARS-CoV-2-Impfstoff: Forschungsprojekte, Ziele, aktueller Stand

Derzeit⁴ gibt es nach Angaben der WHO weltweit 54 Forschungsprojekte, die das Ziel verfolgen, einen Impfstoff gegen SARS-CoV-2 herzustellen.⁵ Der Verband forschender Arzneimittelhersteller (vfa) listet weitere sechs Projekte auf, die von der WHO nicht erfasst sind.⁶ Zwei (WHO) bzw. neun (vfa) dieser Projekte befinden sich bereits in der klinischen Phase.

Forschungsprojekte
weltweit

Grundsätzlich gibt es drei verschiedene Ansätze für einen Impfstoff zur aktiven Immunisierung:

Unterschiedliche
Wege zu einem
Impfstoff

- (1.) Impfstoffe unter Verwendung von bewährten Impfvirusstämmen, die gentechnisch so verändert werden, dass sie Proteine von SARS-CoV-2⁷ exprimieren;
- (2.) Impfstoffe, die keine kompletten Viren, sondern lediglich ausgewählte Proteine von SARS-Cov-2 enthalten; und
- (3.) Impfstoffe mit DNA oder RNA, die für ausgewählte SARS-CoV-2-Proteine codieren, so dass im Körper der Geimpften die entsprechenden Proteine exprimiert werden.

Alle drei Ansätze werden derzeit verfolgt. Noch ist unklar, welche Ansätze zum Ziel führen werden. Eines der beiden von der WHO gelisteten Projekte,⁸ die bereits in der klinischen Phase sind, testet einen potenziellen Impfstoff, der auf einem veränderten Impfvirusstamm beruht;⁹ in dem zweiten Projekt wird ein potenzieller Impfstoff auf RNA-Basis untersucht.¹⁰ Bei den von der WHO gelisteten präklinischen Projekten verwenden vier einen DNA- bzw. RNA-basierten Ansatz, 18 einzelne Virusproteine und 30 veränderte Impfvirusstämme.

Auch deutsche Forschungseinrichtungen und Unternehmen sind an der Impfstoffentwicklung beteiligt, u. a. das Deutsche Forschungszentrum für Infektionsforschung, CureVac und BioNTech. CureVac wird voraussichtlich im April und BioNTech (zusammen mit Pfizer und Fosun Pharma) im Frühsommer 2020 in die klinische Phase eintreten.

Beteiligung Deutschlands

Nationalitäten spielen in diesem Kontext nur eine untergeordnete Rolle; Forschung und unternehmerisches Handeln sind selbstverständlich international ausgerichtet und das BMBF unterstützt diese internationale Forschungszusammenarbeit nachdrücklich.¹¹ Es wird aber deutlich, dass unter „Standortaspekten“ Deutschland wichtige Beiträge leistet.

Neben solchen Impfstoffen für eine „aktive Immunisierung“, werden auch Möglichkeiten für eine „passive Immunisierung“ erforscht,¹² bei denen geimpfte Menschen nicht selbst Antikörper gegen SARS-CoV-2 herstellen müssen, sondern diese als Therapeutikum erhalten. Die einfachste Methode ist es, von geheilten SARS-CoV-2-Patienten, in deren Blut Antikörper enthalten sind, einen passiven Impfstoff zu gewinnen. Als Alternative könnten solche Antikörper biotechnisch aufgereinigt oder – in weiteren Schritten – gentechnisch kopiert und hergestellt werden. Auch Impfstoffe, die selbst keine Antikörper, aber die RNA enthalten, die die Antikörper kodiert, sind in Vorbereitung.

Bemerkenswert ist die internationale Zusammenarbeit (trotz des Konkurrenzdrucks) von Forschungseinrichtungen und Unternehmen, wenn es darum geht, einen Impfstoff gegen SARS-CoV-2 zu entwickeln. Dies ist nicht nur dem hohen Druck geschuldet, der durch die gefährliche Pandemie entstanden ist.¹³ Der weltweite Austausch zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen ist vielmehr der Normalfall. Ohne dieses seit langem bestehende Netzwerk wären Kooperationen im Krisenfall kaum möglich.

Internationale Zusammenarbeit

Sehr positiv fällt auf, dass die Impfstoffforschung schon wenige Monate nach dem ersten Auftreten des neuen Virus SARS-CoV-2 im Dezember 2019 auf Hochtouren läuft, so dass es bereits klinische Forschung dazu gibt. Dies spricht für eine gute Verzahnung von grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung sowie die hohe Leistungsfähigkeit sowohl der öffentlich finanzierten Forschungseinrichtungen als auch der forschenden Unternehmen.

Trotz aller Anstrengungen wird es vermutlich noch einige Monate dauern, bis ein wirksamer und sicherer Impfstoff verfügbar ist.¹⁴

2. Medikamente gegen SARS-CoV-2: wichtige Forschungsansätze

Ein Impfstoff hemmt die weitere Ausbreitung des Virus. Er wäre die wirksamste Möglichkeit, die Pandemie einzudämmen. Solange dies noch nicht möglich ist, kann als Alternative (und später bei Vorliegen eines Impfstoffs ergänzend) versucht werden, Covid-19-Patienten mit Hilfe von Medikamenten zu helfen.

Da SARS-CoV-2 ein neues Virus ist, stehen spezifische Medikamente noch nicht zur Verfügung, sondern müssen erst noch entwickelt werden. Einen interessanten Ansatzpunkt, der schneller zum Ziel führen könnte, bieten Medikamente, die bereits für andere Krankheiten zugelassen sind und von denen man hofft, dass sie auch gegen eine SARS-CoV-2-Infektion wirken.

Tests bereits zugelassener Medikamente

Es gibt eine große Bandbreite bereits zugelassener antiviraler Medikamente.¹⁵ Darunter auch solche, die nun auf ihre Wirksamkeit bzgl. SARS-CoV-2 untersucht werden:

Bandbreite antiviraler Medikamente

- (1.) Remdesivir wurde zur Behandlung von Ebola entwickelt. Im Laborversuch zeigte es sich auch gegen andere Viren wirksam, die wie der Ebola-Erreger RNA als Erbsubstanz haben. Es ist ein synthetisches Analogon des Adenosins (ein Baustein der DNA und RNA). Es hemmt virale RNA-Polymerasen – das sind virusspezifische Enzyme, die für die Vermehrung von RNA-Viren essentiell sind.¹⁶ Da die RNA-Polymerase von SARS-CoV-2 ähnlich wie die RNA-Polymerase bisher untersuchter RNA-Viren wirkt, besteht die Hoffnung, Remdesivir zur Bekämpfung von SARS-CoV-2 einsetzen zu können.
- (2.) Chloroquin (bzw. Hydroxy-Chloroquin) wurde ursprünglich zur Prophylaxe und Therapie von Malaria verwendet. Es zeigt aber nicht nur antiparasitäre, sondern auch eine antivirale Wirkung.¹⁷ Unter Laborbedingungen hemmt es auch die Replikation von SARS-CoV-2.¹⁸
- (3.) Lopinavir wird zur Behandlung von HIV eingesetzt.¹⁹ Es hemmt die HIV-Protease – dies ist ein HIV-spezifisches Enzym, das die Virusproteine aus einer Vorstufe zurechtschneidet. Wird dieses Enzym gehemmt, entstehen keine funktionsfähigen Virusproteine, und somit wird die Virusvermehrung unterbunden. HIV und Coronaviren sind nicht nahe verwandt, dennoch hemmt Lopinavir unter Laborbedingungen auch ein für die Vermehrung von Corona-Viren wichtiges Enzym und zeigte positive Wirkung bei SARS-Patienten.²⁰ Therapieerfolge bei SARS-CoV-2-Patienten konnten allerdings bisher nicht eindeutig bestätigt werden.²¹

Remdesivir, Chloroquin und Lopinavir werden (in Kombination mit einem immunsuppressiven Wirkstoff²² – Dexamethason) als aussichtsreiche Kandidaten für eine SARS-Cov-2-Therapie in einer breit angelegten internationalen klinischen Studie der WHO untersucht.²³ Ähnliche Studien werden von der Europäischen Union und dem Vereinigten Königreich sowie von der Universität Oxford durchgeführt.²⁴

Internationale Studien

Auch bei der Entwicklung eines SARS-CoV-2-Medikaments gibt es also (ähnlich wie bei der Impfstoffentwicklung) internationale Kooperationen von Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Solche „large-scale, multi-centre, multi-arm“ klinische Studien tragen wesentlich dazu bei, wirksame SARS-CoV-2-Therapien schnell zu identifizieren.²⁵ Sie sind notwendig, da es bis jetzt noch keine belastbaren Ergebnisse gibt, die die Hoffnung auf einen guten Wirkstoff belegen könnten.²⁶

Ein weiteres vielversprechendes Projekt in Deutschland zur Medikamentenentwicklung gegen Coronaviren wird am Institut für Biochemie der Universität Lübeck verfolgt.²⁷ Ein

Inhibitor (alpha-Ketoamide) der viralen Protease könnte die Vermehrung des SARS-CoV-2 verhindern.

Insgesamt läuft weltweit eine große Fülle an F&E-Projekten, die alle zum Ziel haben, wirksame Medikamente gegen SARS-CoV-2 zu entwickeln. Bemerkenswert ist die Geschwindigkeit, mit der diese Projekte gestartet wurden.

Der hohe Druck²⁸ schwersterkrankten Covid-19-Patienten zu helfen, führt dazu, antivirale Medikamente auch dann schon einzusetzen, wenn ihre Wirksamkeit noch gar nicht genau belegt ist.²⁹ Es ist der Strohhalm, an den man sich klammert, um Schlimmeres zu verhindern. Ethisch sind solche „Heilversuche“ immer dann zulässig, wenn es keine andere Möglichkeit gibt, schwere Krankheitsverläufe mit vielen Todesfällen zu verhindern.

3. Wissenschaftspolitik in Krisenzeiten: Strategien und Maßnahmen

Forschung und Entwicklung arbeiten, wie an den o. g. Beispielen skizziert, mit Nachdruck, um in der SARS-CoV-2-Pandemie möglichst schnell medizinische Hilfe zur Verfügung stellen zu können. Sie sind gekennzeichnet durch internationale Zusammenarbeit und durch die Zusammenarbeit von forschenden Unternehmen und öffentlich geförderten Forschungseinrichtungen. Sowohl bei der anwendungsnahen Impfstoff- als auch bei der Medikamentenentwicklung engagieren sich forschende Unternehmen erwartungsgemäß stärker als öffentlich geförderte Forschungseinrichtungen.

Wissenschaft und Forschung sind in der aktuellen Krisensituation sehr präsent.³⁰ Sie übernehmen Task Force-Funktionen, wo immer es nötig ist – in ihrem Kerngeschäft: Lösungen für drängende Probleme zu finden (Diagnosen, Therapien, Impfstoffe, Medikamente) – aber auch in der Beratung von Politik³¹ und Öffentlichkeit³² (Prognosen, Empfehlungen). Beides ist dadurch möglich, dass es auch schon vor der Krise eine leistungsfähige Wissenschaft gab, auf deren Ergebnisse nun aufgebaut werden kann.

Gute Forschung braucht eine ausreichende Finanzierung. Akute Aufgaben erfordern zusätzliche Finanzmittel. Dies gilt besonders in Zeiten erhöhter Anforderungen, wie in der derzeitigen SARS-CoV-2-Pandemie.

Der Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages hat am 23. März 2020 für die Forschung zu SARS-CoV-2 zusätzlich 145 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.³³

Damit beteiligt sich Deutschland vor allem an der internationalen Impfstoffentwicklung im Rahmen von CEPI (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations)³⁴. Dies ist eine Vereinigung von privaten und öffentlichen Partnern, die 2017 gegründet wurde, mit dem Ziel, die Impfstoffentwicklung gegen epidemische Infektionskrankheiten, z. B. Ebola, SARS und MERS, zu unterstützen. Auch die Impfstoffentwicklung zu SARS-CoV-2 wird seit Januar 2020 gefördert.³⁵ CEPI wird von folgenden Staaten getragen: Äthiopien, Australien, Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Japan und Norwegen; sowie von den beiden privaten Einrichtungen: der Bill & Melinda Gates Foundation und dem Wellcome Trust.³⁶

Darüber hinaus fördert das BMBF³⁷ die weitere Erforschung von SARS-Cov-2 mit zusätzlich zehn Millionen Euro. Ziel ist es, genauere Kenntnisse des Virus zu erhalten und neue Medikamente zu entwickeln.

Forschung und
Kommunikation

Kurzfristige Erhöhung
der Forschungsmittel

Internationale
Plattform

Das BMBF fördert mit 150 Millionen Euro außerdem den Aufbau eines Forschungsnetzwerks deutscher Universitätskliniken und unterstützt die SARS-CoV-2-relevante Forschung auch durch die Förderung des Deutschen Zentrums für Infektionsforschung, des Deutschen Zentrums für Lungenforschung sowie die Nationale Plattform für Zoonosen und das Forschungsnetz zoonotischer Infektionskrankheiten.

Forschungsnetzwerk
deutscher Universi-
tätskliniken

Die Europäische Kommission fördert zusätzlich die Forschung zu SARS-CoV-2 – die Entwicklung von Tests, Behandlungsmethoden und Impfstoffen sowie Epidemiologie und Public Health – mit 47,5 Millionen Euro.³⁸

Wissenschaft und Forschung haben in unserer Gesellschaft einen hohen Stellenwert. Unter der CDU-geführten Bundesregierung hat sie eine nachhaltige und besonders intensive Förderung erfahren. Dies macht sich in der aktuellen Krisensituation positiv bemerkbar. Auch künftig sollte die Forschungspolitik für eine weiter anhaltende ausreichende und verlässlich planbare Finanzierung sorgen sowie für Rahmenbedingungen, die Autonomie und Eigenverantwortung der Wissenschaft unterstützen.

4. Konsequenzen für das Wissenschaftssystem

Die SARS-CoV-2-Pandemie ist auch ein Stresstest für das Wissenschaftssystem. Einerseits wird seine gute Leistungsfähigkeit erkennbar. Andererseits entsteht eine Lernsituation, in der auch Schwachstellen sichtbar werden, die künftig korrigiert werden sollten.³⁹

Corona-Pandemie
als Stresstest

Universitätskliniken müssen stärker als Forschungseinrichtungen wahrgenommen und in dieser Funktion unterstützt werden, und zwar so, dass ihre anderen Aufgaben – insbesondere die hochwertige Patientenversorgung – nicht darunter leiden. Das Wissenschaftsnetzwerk der Konrad-Adenauer-Stiftung, ein unabhängiges Expertengremium, hat dazu im Herbst 2019 unter dem Titel *Hochschulmedizin in Deutschland. Wandel – Herausforderungen – Handlungsbedarf* konkrete Politikempfehlungen ausgesprochen.⁴⁰ In diesem Policy Paper wird eine Stärkung der hochschulmedizinischen Forschung empfohlen, insbesondere eine bessere Vernetzung von Universitätskliniken und anderen Forschungseinrichtungen – innerhalb und außerhalb der Universitäten. Wichtig für die medizinisch orientierte Forschung ist der Zugang zu Patienten. Eine ausreichende Finanzierung sowie Strukturen und Abläufe, die Forschungsk Kooperationen erleichtern, sind Grundvoraussetzungen. Diese Empfehlungen gelten für den Normalfall – und erst recht für Notfallsituationen wie Pandemien.

Rolle der
Hochschulmedizin

Für die Leistungsfähigkeit von Wissenschaft und Forschung und ihre Glaubwürdigkeit in der Öffentlichkeit ist ein hohes Qualitätsniveau unerlässlich. Deshalb wird in der Wissenschaftspolitik der Exzellenzgedanke sehr stark betont. Innerhalb der Wissenschaft gibt es klare Vorgaben, die das notwendige Qualitätsniveau sichern sollen – angefangen von Regeln guten wissenschaftlichen Arbeitens bis hin zu wissenschaftstheoretischen Überlegungen, die definieren, was Wissenschaft und Wissenschaftlichkeit bedeuten.

Exzellenz und
Qualität

Die Antragsverfahren in der Forschungsfinanzierung mögen bürokratisch und aufwendig erscheinen, sie dienen jedoch der Qualitätssicherung. Eine bessere Grundfinanzierung und weniger Drittmittel könnten Forschungseinrichtungen entlasten und langfristige Forschungsprojekte erleichtern. Auch in Krisenzeiten, wie der aktuellen SARS-CoV-2-Pandemie, wäre sie für die Durchführung von akuten, zeitlich drängenden Projekten von Vorteil. Allerdings sollten wettbewerbliche Elemente auch künftig erhalten bleiben, um eine Mittelvergabe nach Qualität und Leistung, und nicht nach dem Gießkannenprinzip, zu ermöglichen.

Forschungs-
finanzierung

Veröffentlichung
von Forschungs-
ergebnissen

Auch das Peer Review-Verfahren bei der Veröffentlichung von Forschungsergebnissen hat sich grundsätzlich als qualitätssichernde Maßnahme bewährt und muss auch künftig erhalten bleiben. Für akute Veröffentlichungen, von denen die Scientific Community schnell Kenntnis haben sollte (etwa in der SARS-CoV-2-Impfstoffforschung oder -Medikamentenforschung), gibt es bereits die Möglichkeit, „Pre-Prints“ zu publizieren. Die Veröffentlichungen auf Pre-Print-Servern haben den Nachteil, dass sie das Begutachtungsverfahren nicht durchlaufen haben und dadurch keinem Qualitäts-Check unterzogen wurden.

Auch in Notfallzeiten dürfen qualitätssichernde Maßnahmen nicht außer Kraft gesetzt werden, auch wenn Forscher und Mediziner im konkreten Fall unter großem Zeitdruck stehen. Allerdings sollten die Erfahrungen, die in der derzeitigen Krisensituation gemacht werden, bei der weiteren Modernisierung des Wissenschaftssystems berücksichtigt werden.

Aufgabe der
Daseinsvorsorge

Die SARS-CoV-2-Epidemie wird zu einer weltweiten Wirtschaftskrise mit extremer Beanspruchung der öffentlichen Haushalte führen. Politik sollte der Versuchung widerstehen, in solchen finanziell angespannten Zeiten über das absolut notwendige Maß hinaus an Wissenschaft und Forschung zu sparen. In den grundlegenden Bereichen Gesundheit, Ernährung, Ressourcen und Umwelt wird es auch künftig immer wieder – ähnlich wie in der aktuellen Corona-Krise – zu besonderen Herausforderungen kommen. Zur Problemlösung wird ein leistungsfähiges Wissenschaftssystem gebraucht.

- 1 Aus der großen Fülle ein paar wenige ausgewählte Beispiele: <https://www.uni-luebeck.de/aktuelles/nachricht/artikel/coronavirus.html>; <https://www.helmholtz.de/aktuell/coronavirus-sars-cov-2/>; <https://www.fraunhofer.de/de/forschung/aktuelles-aus-der-forschung/fraunhofer-vs-corona.html>; https://www.mpiib-berlin.mpg.de/1989269/news_publication_14608782_transferred?c=6189; <https://www.mpg.de/14608782/corona-virus-studie>.
- 2 https://www.dfg.de/foerderung/info_wissenschaft/2020/info_wissenschaft_20_20/index.html.
- 3 In der Corona-Krise ist nicht nur gute Forschung gefragt – Virologie, Molekularbiologie, Epidemiologie, medizinisch-pharmazeutische Forschung zur Impfstoff- und Medikamentenentwicklung –, sondern auch wissenschaftlicher Rat. Vgl. Anja Karliczek: Die Stunde der Erklärer. FAZ, 1.4.20 <https://www.faz.net/aktuell/wissen/forschung-politik/corona-krise-schafft-zugaenge-fuer-politische-entscheidungen-16704373.html>.
- 4 Stand: März 2020.
- 5 https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/Novel_Coronavirus_Landscape_nCoV_Mar26.PDF?ua=1.
- 6 <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov>.
- 7 Diese Proteine funktionieren als „Antigene“, auf die das Immunsystem des Menschen reagiert, so dass eine Immunität gegen das SARS-CoV-2 entsteht.
- 8 https://www.who.int/blueprint/priority-diseases/key-action/Novel_Coronavirus_Landscape_nCoV_Mar26.PDF?ua=1.
- 9 <http://www.chictr.org.cn/showprojen.aspx?proj=51154>.
- 10 <https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04283461?term=vaccine&cond=covid-19&draw=2>; https://www.sciencemag.org/news/2017/02/mysterious-2-billion-biotech-revealing-secrets-behind-its-new-drugs-and-vaccines?utm_campaign=NewsfromScience&utm_source=JHubbard&utm_medium=Twitter#.
- 11 Interview mit Anja Karliczek: <https://www.bmbf.de/de/im-kampf-gegen-das-coronavirus-brauchen-wir-eine-internationale-anstrengung-11145.html>; vgl. auch: <https://www.bmbf.de/de/curevac-und-cepi-bauen-kooperation-zur-entwicklung-eines-impfstoffs-gegen-das-coronavirus-10797.html>.
- 12 <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/therapeutische-medikamente-gegen-die-coronavirusinfektion-covid-19>.
- 13 https://science.sciencemag.org/content/367/6485/1407?utm_campaign=SciMag&utm_source=JHubbard&utm_medium=Twitter.
- 14 https://www.newscientist.com/article/2237742-how-soon-will-we-have-a-coronavirus-vaccine-the-race-against-covid-19?utm_term=Autofeed&utm_campaign=echobox&utm_medium=social&utm_source=Twitter#Echobox=1585328963.

- 15 <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/therapeutische-medikamente-gegen-die-coronavirusinfektion-covid-19>.
- 16 <https://www.nature.com/articles/nature17180.pdf>; <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Remdesivir>.
- 17 <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=Chloroquin>.
- 18 <https://www.nature.com/articles/s41422-020-0282-0.pdf>; <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0924857920300662?token=3DFC2FFC725E0E9C1516DE08554B733031A1AA38A1326E042FC3C95F48E956B-0F137BAD30079BF9466EF599C9E2CE120>.
- 19 <https://www.pharmawiki.ch/wiki/index.php?wiki=lopinavir>.
- 20 <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/111192/COVID-19-Lopinavir-Ritonavir-bei-Schwerstkranken-in-Studie-nicht-sicher-wirksam>.
- 21 <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMoa2001282>.
- 22 Bei schweren Krankheitsverläufen kann nicht nur SARS-CoV-2, sondern auch eine überschießende Immunreaktion die Lunge des Patienten schädigen. Daher könnte eine Immunsuppression sich günstig auf den Krankheitsverlauf auswirken.
- 23 <https://www.sciencemag.org/news/2020/03/who-launches-global-megatrial-four-most-promising-coronavirus-treatments>.
- 24 <https://presse.inserm.fr/en/launch-of-a-european-clinical-trial-against-covid-19/38737/>; <https://www.recoverytrial.net/>.
- 25 https://www.ema.europa.eu/en/documents/other/call-pool-eu-research-resources-large-scale-multi-centre-multi-arm-clinical-trials-against-covid-19_en.pdf.
- 26 https://www.newscientist.com/article/2238491-we-havent-identified-any-new-drugs-for-severe-covid-19-cases-yet/?utm_term=Autofeed&utm_campaign=echobox&utm_medium=social&utm_source=Twitter#Echobox=1585330456.
- 27 <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/20/science.abb3405/tab-pdf>; <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acs.jmedchem.9b01828>.
- 28 <https://www.aerztezeitung.de/Nachrichten/Ohne-Massnahmen-38-Millionen-schwere-COVID-19-Faelle-in-Deutschland-408205.html?ref=twitter>.
- 29 <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/corona-grippemittel-avigan-aus-japan-koennte-patienten-retten-16707481.html>.
- 30 <https://www.jmwiarda.de/2020/03/03/die-pflicht-der-wissenschaft/>.
- 31 Vgl. z. B.: Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften: https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020-03-21_Leopoldina_Coronavirus-Pandemie_in_Deutschland_01.pdf; https://www.leopoldina.org/uploads/tx_leopublication/2020_04_03_Leopoldina_Stellungnahme_Gesundheitsrelevante_Ma%C3%9Fnahmen_Corona.pdf.
- 32 Vgl. z. B.: <https://www.ndr.de/nachrichten/info/podcast4684.html>; <https://www.youtube.com/watch?v=U0XKAqgxfqk;>.
- 33 <https://www.bmbf.de/de/karliczek-wir-bauen-mittel-zur-forschung-am-coronavirus-erheblich-aus-11091.html>.
- 34 <https://cepi.net/about/whoweare/>.
- 35 https://cepi.net/news_cepi/cepi-to-fund-three-programmes-to-develop-vaccines-against-the-novel-coronavirus-ncov-2019/.
- 36 Bisher hat sich Deutschland mit 90 Millionen Euro an CEPI beteiligt.
- 37 <https://www.bmbf.de/de/corona-krise-achtsamkeit-ja-alarmismus-nein-11069.html>.
- 38 https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_386.
- 39 Prof. Christian Drosten als ein führender Virologe, dessen Rat zu SARS-CoV-2 besonders gefragt ist, findet durchaus kritische Worte. <https://www.ndr.de/nachrichten/info/23-Coronavirus-Update-Die-Forschung-braucht-jetzt-ein-Netzwerk,podcastcoronavirus164.html>.
- 40 <https://www.kas.de/documents/252038/4521287/Hochschulmedizin+in+Deutschland.pdf/d13e38b9-f6ec-4562-fc7e-468740bdca03?version=1.1&t=1566284055715>.

Letzter Abruf für die genannten Internet-Links: 06.04.2020.

Impressum

Der Autor

Dr. Norbert Arnold
Wissenschaft, Technologie und Ethik
Hauptabteilung Analyse und Beratung

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.

Dr. Norbert Arnold
Hauptabteilung Analyse und Beratung
T: +49 30 / 26 996-3504
norbert.arnold@kas.de

Postanschrift: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 10907 Berlin

Herausgeberin: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 2020, Berlin
Gestaltung: yellow too Pasiek Horntrich GbR
Satz: Janine Höhle, Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.

ISBN 978-3-95721-645-8



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international“, CC BY-SA 4.0 (abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>).

Bildvermerk Titelseite
© gopixa, iStock by Getty Images