

Juli 2020

# TB-Forschungsinvestitionen rechnen sich bei der Bekämpfung von TB und COVID-19:

Um die Tuberkuloseforschung vor COVID-19-bedingten Störungen zu schützen und die globale Epidemie-Vorsorge zu verbessern ist nachhaltige und erweiterte Finanzierung erforderlich.

Autorin: Catherine Tomlinson

Herausgegeben von: Mike Frick, Lindsay McKenna, Suraj Madoori

## EINLEITUNG

Seit seinem Erscheinen im Dezember 2019 hat sich COVID-19 schnell auf der ganzen Welt verbreitet und einen erschütternde Verlust an Menschenleben verursacht. Während die Welt ihre dringende Aufmerksamkeit und beispiellose Ressourcen für die Bekämpfung dieser neuartigen Krankheit aufbringt, müssen Regierungen und Geber sicherstellen, dass die Forschungs- und Entwicklungsbemühungen (F&E) gegen Tuberkulose (TB) aufrechterhalten und gestärkt werden.

Trotz ihrer langen Geschichte bleibt TB eine drängende Gesundheitskrise und die weltweit häufigste zum Tode führende Infektionskrankheit. Rund 10 Millionen Menschen entwickeln jährlich eine TB-Erkrankung und 1,5 Millionen Menschen sterben jedes Jahr an TB.<sup>1</sup> Eine Vorhersagemodellierung schätzt, dass durch COVID-19 verursachte Unterbrechungen von TB Dienstleistun-

***Eine Vorhersagemodellierung schätzt, dass durch COVID-19 verursachte Unterbrechungen von TB Dienstleistungen zwischen 2020 und 2025 zu 6,3 Millionen weiteren TB-Erkrankungen und 1,4 Millionen TB-Todesfällen führen könnten. Dies würde die weltweiten Fortschritte bei der Bekämpfung der TB um fünf Jahre zurückdrängt.<sup>2</sup>***

gen zwischen 2020 und 2025 zu 6,3 Millionen weiteren TB-Erkrankungen und 1,4 Millionen TB-Todesfällen führen könnten. Dies würde die

weltweiten Fortschritte bei der Bekämpfung der TB um fünf Jahre zurückdrängt.<sup>2</sup>

Neue Methoden zur Diagnose, Behandlung und Prävention von TB sind dringend erforderlich, um die Welt auf den richtigen Kurs zum Erreichen der nachhaltigen UN-Entwicklungsziele zu bringen und die TB Epidemie vor 2030 zu beenden.<sup>3</sup> COVID-19 und Reaktionen auf das neuartige Coronavirus erschweren und stören jedoch die laufenden kritischen Forschungsanstrengungen im Bereich TB. **Nachhaltige und erweiterte Investitionen in TB-F&E sind dringend erforderlich, um die TB-Forschungsbemühungen gegen COVID-19-bedingte Komplikationen und Störungen zu stärken und um öffentlichen Gesundheitsbemühungen bahnbrechende neue Instrumente für den Kampf gegen TB bereitzustellen.**

Neben der Bekämpfung von TB-Erkrankungen und Todesfällen können Investitionen in TB-F&E einen breiten Nutzen für die globale Gesundheit bringen, die Erforschung von Infektionskrankheiten vorantreiben und die weltweite Vorbereitung auf Epidemien stärken. Für COVID-19 sind bereits krankheitsübergreifende Vorteile aus der F&E von Tuberkulose erkennbar. Tools, Konzepte, Kapazitäten und Infrastrukturen, die sich aus F&E-Investitionen in TB ergaben, haben die Erforschung von und Reaktionen auf COVID-19 informiert, unterstützt und beschleunigt.

Die Stärkung der Investitionen in die F&E von TB kann daher nicht nur neue Instrumente für TB-Bekämpfung liefern, sondern auch die Bemühungen zur Bekämpfung des neuartigen Coronavirus vorantreiben und unsere Bereitschaft künftigen Pandemiebedrohungen zu begegnen verbessern.

## WÄHREND DER COVID-19-PANDEMIE SIND ZUSÄTZLICHE FINANZMITTEL ERFORDERLICH, UM KRITISCHE F&E-AKTIVITÄTEN FÜR TUBERKULOSE AUFRECHTZUERHALTEN

Obleich die Finanzierung von TB-F&E im Jahr 2018 ein Allzeithoch erreichte, blieb sie dennoch unterhalb der Hälfte des Finanzierungsziels von 2 Mrd. USD, das für die Entwicklung neuer Instrumente zur Beendigung der TB vor 2030 erforderlich ist.<sup>4</sup> Trotz der erheblichen Finanzierungslücken in der TB-Forschung haben der erweiterte politische Wille und die verstärkten Investitionen zur Bekämpfung der TB in den letzten Jahren die Forschungsanstrengungen verstärkt und vielversprechende neue wissenschaftliche Fortschritte eingeleitet. Mit anhaltenden und erhöhten Investitionen können diese Fortschritte dazu führen, dass bahnbrechende neue Tools zur Vorbeugung, Diagnose und Behandlung von TB bereitgestellt werden. COVID-19 und die Reaktionen darauf erschweren und bedrohen jedoch laufende sowie prospektive TB-Forschungsbemühungen (siehe Tabelle 1). Die Unterstützung der TB-Forschung hat enorme Vorteile für die Bemühungen zur Eindämmung von COVID-19 (siehe Tabelle 2), insbesondere angesichts der Ähnlichkeiten bei der Übertragung und der Reaktion der öffentlichen Gesundheit auf beide Krankheiten (Tabelle 3, Anhang).

Wenn Regierungen und Geber die Finanzierungszusagen für COVID-19 erhöhen, müssen sie sicherstellen, dass potenzielle Finanzmittel nicht von TB-F&E abgezweigt werden und dass die laufenden Forschungsfinanzierungsverpflichtungen für TB-F&E ununterbrochen fortgesetzt werden. Dies ist besonders wichtig angesichts der Überschneidung zwischen den wichtigsten Geldgebern für TB und COVID-19 F&E sowie der entscheidenden Rolle der öffentlichen Finanzierung zur Forschungsförderung beider Krankheiten.

Öffentliche Finanzierung macht mehr als zwei Drittel der Gesamtfinanzierung für TB-F&E aus. Die Vereinigten Staaten sind der größte Geldgeber für TB-F&E (sie stellten 2018 über 60% der öffentlichen Mittel), gefolgt vom Vereinigten Königreich. Im Jahr 2018 erreichten nur

drei Länder (Südafrika, die Philippinen und das Vereinigte Königreich) ihre „Fair Share“-Ziele: Sie investierten mindestens 0,1% ihrer gesamten F&E-Ausgaben in TB, wie von der Zivilgesellschaft gefordert, um die Finanzierungslücke zu schließen.<sup>5</sup>

Die Finanzierung für TB-F&E muss sowohl während als auch nach der COVID-19-Pandemie aufrechterhalten und erweitert werden, um vielversprechende Forschung voranzutreiben und neue TB-Medikamente, -Diagnostika und -Impfstoffe einzuführen (siehe Tabelle 4, Anhang). **Wenn Regierungen und andere Geber die F&E von TB nicht gegen die COVID-19-Pandemie stützen, gefährden wir bestehende Investitionen in laufende Studien und verlieren möglicherweise das Potenzial, neue Instrumente und Ansätze zur Beendigung von TB in unserer Lebenszeit bereitzustellen.**

## COVID-19 BEDROHT KRITISCHE LAUFENDE UND PROSPEKTIVE TB-FORSCHUNG

COVID-19 und die Reaktionen darauf erschweren die TB-Forschungsanstrengungen und bedrohen das Erreichen zeitnaher und aussagekräftiger Forschungsergebnisse. Unterbrechungen laufender TB-Forschung werden die Entwicklung dringend benötigter neuer Instrumente zur Bekämpfung der TB verzögern und behindern.

TB-Forschungsstudien und -Netzwerke aus der ganzen Welt haben bereits über Herausforderungen aufgrund von COVID-19 berichtet und passen ihre Forschungsbemühungen und -protokolle regelmäßig an, um die Fortsetzung unerlässlicher Forschung zu ermöglichen. Studienergebnisse von COVID-19 werden Haushaltsauswirkungen mit sich bringen, sodass zusätzliche Mittel erforderlich werden, um längere Fristen und unvorhergesehene Ausgaben abzudecken (Tabelle 1).

Regierungen und Geldgeber müssen die Verfügbarkeit von Finanzmitteln sicherstellen, um kritische TB-Forschung fortzusetzen und abzuschließen, sowie aussagekräftige Studienergebnisse zu liefern, die als Leitfaden für TB-Bekämpfung dienen werden.

**Tabelle 1. COVID-19-bezogene Herausforderungen für TB-F&E sowie Studienantworten<sup>6</sup>**

<b>Registrierung für Versuchsreihen</b>	<p>TB-Studien und Standorte auf der ganzen Welt haben Registrierung aufgrund von Bedenken hinsichtlich der Sicherheit der Studienteilnehmer und des Personals unterbrochen. Ein Rückgang der routinemäßigen TB-Dienste aufgrund der Vermeidung von Gesundheitseinrichtungen und COVID-19-bedingter Bewegungsbeschränkungen behindert die Registrierungs Bemühungen weiter. An einigen Standorten wurden die Infrastruktur und das Personal des Studienorts umgeleitet, um die Bekämpfung von COVID-19 zu unterstützen.</p> <p>Ein Aufschieben von TB-Versuchsreihen wird unerlässliche Forschung verzögern, die für die Bekämpfung von TB und für die Einführung neuer TB-Tools erforderlich ist. Darüber hinaus müssen einige Studien möglicherweise vor dem Erreichen der beabsichtigten Stichprobengröße geschlossen werden, da mit der Verlängerung der Studienzeiträume Kosten verbunden sind, die die Bedeutung der Studienergebnisse und ihren Wert für die Information über Reaktionen auf TB gefährden würden.</p>
<b>Patientenüberwachung und Unterstützung</b>	<p>TB-Studien weltweit haben über Bemühungen berichtet, die Besuche von Gesundheitseinrichtungen während des COVID-19-Ausbruchs zu begrenzen, um die Gesundheit der Studienteilnehmer zu schützen und gleichzeitig sicherzustellen, dass die unerlässliche Sicherheitsüberwachung und die Einhaltung der Vorschriften fortgesetzt werden. Um die Besuche in Gesundheitseinrichtungen einzuschränken, verwenden viele laufende Studien jetzt Telefon- und Videoanrufe und/oder führen Hausbesuche zur Überwachung und Nachverfolgung von Patienten durch. Teilnehmern, die Besuche und Kontrolluntersuchungen in Gesundheitseinrichtungen benötigen, sowie Mitarbeitern, die Hausbesuche durchführen, werden auch private Transportmittel zur Verfügung gestellt. In einigen Fällen konnten TB-Studien den Betrieb während eines Lockdowns des Landes fortsetzen, da sie Patienten mit TB mit grundlegenden Gesundheitsleistungen versorgen.</p>
<b>Behandlungskontinuität</b>	<p>Bemühungen, die Besuche von Gesundheitseinrichtungen zu begrenzen, sowie die Herausforderungen, denen sich die Teilnehmer beim Zugang zu Studienorten aufgrund von Lockdown und Anordnungen zu Hause zu bleiben gegenübersehen, haben die laufende Behandlung von Studienteilnehmern erschwert. Mehrere Standorte haben alternative Methoden entwickelt, um Medikamente zu übergeben, die normalerweise bei routinemäßigen Besuchen in Gesundheitseinrichtungen bereitgestellt werden. Strategien umfassen Lieferung von Medikamenten nach Hause, Staffelung von Medikamentenverteilung an bestimmten Standorten und Versorgungserhöhung der Teilnehmer mit Medikamenten. Die Vereinigten Staaten verwenden auch die Postzustellung von Medikamenten.</p>
<b>Unterbrechungen der Lieferkette</b>	<p>Unterbrechungen der Lieferkette und unerwartete Exportverbote haben zu Herausforderungen bei der Gewährleistung der Behandlungskontinuität und der Verfügbarkeit von Arzneimitteln, die sich in der Prüfung befinden, geführt. Obwohl bisher keine Studien von Behandlungsunterbrechungen bei Teilnehmern berichtet haben, gab es in einigen Studien aufgrund von COVID-19-verursachten Transportbeschränkungen, die den Import von Versuchsmedikamenten verzögerten, Arzneimittelknappheiten.</p> <p>Produktionsstörungen in Indien und China (wo die meisten TB-Medikamente und ihre Inhaltsstoffe hergestellt werden) sowie die Gefahr einer Exportbeschränkung in Indien könnten den Zugang zu Medikamenten für Studien weiter behindern.</p>
<b>Probenentnahmen</b>	<p>Forschungsstandorte haben berichtet, dass das Aufrechterhalten von kontinuierlicher Sputum- und Blutprobenentnahme zur Sicherheitsüberwachung eine zentrale Herausforderung stellt. Obwohl die meisten Standorte alternative Ansätze zur Probenentnahme entwickelt haben, auch während begrenzter Besuche in Einrichtungen oder durch Sammlung zu Hause, haben einige Standorte berichtet, dass die Probenentnahme auf unbestimmte Zeit unterbrochen wurde. Eine Unterbrechung der Probenentnahme wirft kritische Bedenken hinsichtlich der Überwachung der Patientensicherheit sowie der Integrität und Qualität der Studiendaten und -ergebnisse auf. Es besteht auch die Gefahr, die Entdeckung von Biomarkern zu untergraben, die auf gelagerten Proben aus klinischen Studien beruht.</p> <p>Der fehlende Zugang zu COVID-19-Testmaterialien stellte ebenfalls eine Herausforderung für Forschungsstandorte eine COVID-19-Infektion als unerwünschtes Ereignis in den Studiendaten zu identifizieren und aufzeichnen um sicherzustellen, dass Studienteilnehmer mit COVID-19 eine ordnungsgemäße Diagnose und Pflege erhalten.</p>

<b>Export von Proben</b>	Studien, in denen zentralisierte Labore zur Durchführung von Sicherheits- und Mikrobiologietests eingesetzt werden, haben Probleme beim Transport von Proben zu diesen Laboren aufgrund von COVID-19-verursachten Exportbeschränkungen und Transportstörungen gemeldet. Einige Standorte ändern derzeit ihre Studienverfahren, um stattdessen örtlich ansässige Labore zu verwenden. Andere Standorte haben Charterflüge organisiert, um Proben zu zentralen Laboren zu transportieren, was wiederum die Studienkosten erhöht.
<b>Angemessene Laborinfrastruktur und Personal</b>	Labore, die die Anforderungen an Biosicherheitsstufe 3 (BSL-3) und Tierbiosicherheitsstufe 3 (ABSL-3) erfüllen, die für die Untersuchung potenziell tödlicher Erreger erforderlich sind, die durch die Luft übertragen werden können (wie Tuberkulose und COVID-19), ebenso wie Labormitarbeiter mit Erfahrung in diesen Laboren sind durch die Bekämpfung von COVID-19 abgelenkt oder überfordert. Die Umleitung dieser Schlüsselressourcen behindert die laufende TB-Forschung und -Reaktionen.
<b>Zusammenarbeit mit Aufsichtsbehörden und Ethikkommissionen</b>	Angesichts von Änderungen in Forschungsverfahren und Studienprotokollen infolge von COVID-19 müssen sich Studien mit Regulierungsbehörden und Ethikstellen (d.h. Ethikkommissionen) befassen und von diesen beraten werden. Die rasche Anleitung durch Regulierungsbehörden und Ethikkommissionen zu akzeptablen Protokollabweichungen und Änderungen aufgrund von COVID-19 hat die Fortsetzung der Forschung an einigen Standorten erleichtert. Umgekehrt wurden Forschungsaktivitäten behindert, wenn regulatorische und Ethikkommissionenaktivitäten ausgesetzt oder verzögert wurden.
<b>Gesellschaftliches Engagement</b>	Strukturen für gesellschaftliches Engagement ermöglichen es Studien, COVID-19-verursachte Herausforderungen zu identifizieren und darauf zu reagieren. Diese Strukturen erleichtern auch eine kritische Auseinandersetzung mit der Gesellschaft hinsichtlich möglicher Auswirkungen von Studienänderungen und -störungen auf die Patientensicherheit und die Studienergebnisse. An einigen Standorten wurden jedoch unerlässliche Aktivitäten zur Einbindung der Gesellschaft aufgrund von COVID-19 unterbrochen.

## **TB-FORSCHUNG UND -INFRASTRUKTUR UNTERSTÜTZT DIE BEKÄMPFUNG VON COVID-19**

Neben der Bereitstellung bahnbrechender neuer Tools für TB können Investitionen in die F&E von TB die Forschung zu Infektionskrankheiten generell vorantreiben und die weltweite Vorbereitung auf Epidemien verbessern. Investitionen in die F&E von TB haben bereits erhebliche krankheitsübergreifende Vorteile für die COVID-19-Forschung und -Bekämpfung gebracht. Die globale TB-Forschungsinfrastruktur und -Kapazität werden in Reaktion auf COVID-19 aktiviert, und für TB entwickelte Tools und Techniken werden für COVID-19 verwendet.

Eine Stärkung der weltweiten Investitionen in die F&E von TB kann daher nicht nur neue Instrumente zur Beendigung der TB in unserer Lebenszeit sichern, sondern auch krankheitsübergreifende Vorteile mit sich bringen, die bei der Bekämpfung von COVID-19 und künftigen Pandemiebedrohungen genutzt werden können.

*Eine Stärkung der weltweiten Investitionen in die F&E von TB kann daher nicht nur neue Instrumente zur Beendigung der TB in unserer Lebenszeit sichern, sondern auch krankheitsübergreifende Vorteile mit sich bringen, die bei der Bekämpfung von COVID-19 und künftigen Pandemiebedrohungen genutzt werden können.*

**Tabelle 2. Krankheitsübergreifende Vorteile für COVID-19 aus der TB F&E**

<b>Übertragungsdynamik und aerobiologische Forschung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die aerobiologische Forschung untersucht, wie sich in der Luft befindliche biologische Komponenten wie virus- oder bakterienhaltige Atemtröpfchen durch die Luft bewegen und die menschliche Gesundheit beeinträchtigen.</li> <li>• Die aerobiologische Forschung im Zusammenhang mit TB hat zur Entwicklung von Luftprobenentnahmetechniken und -technologien beigetragen, die hilfreich sein können, um zu erforschen, wie COVID-19 übertragen wird und wie eine Übertragung verhindert werden kann.<sup>7,8</sup></li> <li>• Zur Untersuchung der asymptomatischen Übertragung von COVID-19 wurden Vorhersagemodellierungsmethoden angewendet, die zur Erforschung der subklinischen TB (asymptomatisch aktive TB) und ihres Beitrags zur TB-Übertragung entwickelt wurden.<sup>9</sup></li> </ul>
<b>Künstliche Intelligenz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Künstliche Intelligenz oder Deep-Learning-Methoden, die entwickelt wurden, um Röntgenaufnahmen des Brustkorbs zu überprüfen und TB-bedingte Lungenveränderungen zu identifizieren, werden jetzt für COVID-19 angepasst.</li> <li>• Die schnelle Identifizierung von COVID-19-Lungenveränderungen kann bei der Triage und Diagnose von Menschen mit COVID-19-Symptomen ohne Sputum-Ergebnisse sowie an schlecht ausgestatteten und abgelegenen Orten, an denen der Zugang zu Radiologen eingeschränkt ist, hilfreich sein.</li> <li>• Diese Technologie kann Medizinern auch nützliche Zweitmeinungen bei der Diagnose von COVID-19 liefern und wurde in New York und an anderen Orten eingesetzt.<sup>10,11</sup></li> </ul>
<b>Diagnoseinstrumente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Für die Diagnose von COVID-19 werden jetzt Diagnosetechnologien verwendet, die entwickelt wurden, um eine schnelle Diagnose von TB zu ermöglichen und Arzneimittelresistenzen zu erkennen.</li> <li>• Die GeneXpert Multi-Disease-PCR-Testplattform von Cepheid wird zur schnellen Diagnose von TB und zum Nachweis von Rifampicinresistenz verwendet. Sie wurde mit erheblichen Investitionen der US-Regierung und philanthropischer Spender entwickelt. Mit Unterstützung von BARDA hat Cepheid jetzt einen COVID-19-Test entwickelt, der auf den 23.000 weltweit bereits vorhandenen GeneXpert-Diagnosegeräten verwendet werden kann.</li> <li>• Der Diagnosehersteller Molbio erhielt kürzlich von der Weltgesundheitsorganisation eine positive Bewertung für seine diagnostischen Tests zur TB- und Rifampicin-Resistenz, die er für die Verwendung auf seinen Truenat-PCR-Testplattformen für mehrere Krankheiten entwickelt hat. Molbio hat jetzt die Genehmigung der indischen Regulierungsbehörde für einen Truenat COVID-19-Test erhalten, wodurch die Anzahl der vorhandenen Diagnoseplattformen erweitert wird, die für die aktuelle Pandemie umfunktioniert werden können.<sup>15</sup></li> <li>• Immunoassay-Plattformen (Technologien zur Identifizierung und Charakterisierung von Immunantworten), die für TB entwickelt wurden, werden in der immunologischen Forschung von COVID-19 eingesetzt.<sup>16</sup></li> </ul>

***“Klinische Studien zur Tuberkulose bringen im besten Fall inhärente Herausforderungen mit sich. Standorte mit der höchsten TB-Belastung haben oft eine weniger belastbare regulatorische Infrastruktur, komplexe Betriebsumgebungen und eine begrenztere Erfahrung mit klinischen Studien. Während einer unerwarteten und groß angelegten Störung wie COVID-19, werden die Auswirkungen dieser Schwächen noch verstärkt”.***

*- ID Rusen, Trop Med Infect Dis, Juni 2020*

<b>Impfstoffplattformen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impfstoffplattformen, die für TB entwickelt und derzeit erforscht werden, werden als mögliche Impfstoffkandidaten und Plattformen für COVID-19 untersucht.</li> <li>• Studien über die “Off-Target”-Wirkungen des Bacillus Calmette-Guérin (BCG)-Impfstoffs haben dazu beigetragen, einen neuen Bereich der menschlichen Immunologie aufzuklären, der als “trainierte angeborene Immunität” bekannt ist. Infolgedessen wird BCG, das derzeit zur Bekämpfung von Tuberkulose im Kindesalter eingesetzt wird, auf sein Potenzial hin untersucht, Hochrisikogruppen wie COVID-19-Beschäftigte im Gesundheitswesen durch seine „Off Target“-Wirkungen zu schützen. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Weitere Investitionen sind erforderlich, um die mögliche Schutzwirkung von BCG gegen COVID-19 sowie seinen Wirkungsmechanismus zu bestätigen (d.h. ob BCG das angeborene Immunsystem trainieren kann, um auf andere Krankheitserreger als TB, einschließlich SARS-CoV-2, zu reagieren).<sup>17</sup></li> </ul> </li> <li>• Der neuartige TB-Impfstoffkandidat VPM1002 wird im Rahmen der weltweiten Bemühungen um die Entwicklung eines Impfstoffs gegen die neue Pandemie auf seine Wirksamkeit gegen COVID-19 untersucht.<sup>18</sup></li> <li>• Andere COVID-19-Impfstoffkandidaten verwenden Impfstrategien, die zuvor für TB untersucht wurden.<sup>19,20</sup></li> </ul>
<b>Forschungsinfrastruktur und -kapazität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die für die TB-Forschung entwickelte Infrastruktur und Kapazität, einschließlich Versuchsnetzwerke, Laboreinrichtungen, Forschungs- und klinisches Fachwissen sowie Community Advisory Boards, werden für COVID-19-Forschung und -Reaktionen aktiviert.</li> <li>• TB-Forscher und Forschungsstandorte haben die COVID-19-Reaktionen durch eine Reihe von Aktivitäten unterstützt, darunter die Schulung von medizinischem Personal in Bezug auf die Verwendung persönlicher Schutzausrüstung, die Anleitung und Unterstützung von Kontaktverfolgungsbemühungen, die Bereitstellung epidemiologischer Unterstützung und Modellierungsunterstützung sowie die Erforschung von COVID-19-Interventionen.<sup>21,22</sup></li> <li>• Community Advisory Boards (CABs), die eingerichtet wurden, um das Engagement der Gesellschaft und Beiträge zur TB-Forschung zu ermöglichen, werden zu den vorgeschlagenen Forschungsarbeiten für COVID-19 konsultiert.</li> </ul>
<b>Biologische Sicherheit im Labor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die TB-F&amp;E-Investitionen in Laborkapazitäten haben eine Diagnose und Forschung von COVID-19 weltweit ermöglicht, da Schlüsselemente der Diagnose und Forschung von COVID-19 in Laboren mit geeigneter Infrastruktur und geeigneten Verfahren für die sichere Handhabung und Untersuchung potenziell tödlicher Infektionen in der Luft durchgeführt werden müssen. <ul style="list-style-type: none"> <li>– Die Einrichtung und Wartung von BSL-3-Laboren auf der ganzen Welt wurde weitgehend durch die Notwendigkeit einer BSL-3-Infrastruktur und Verfahren zur Diagnose und Untersuchung von medikamentenresistenter TB vorangetrieben.</li> <li>– Insbesondere große Investitionen in die Einrichtung von ABSL-3-Einrichtungen zur Durchführung nichtmenschlicher Primatenforschung im Rahmen der Entdeckung von TB-Impfstoffen werden jetzt eingesetzt, um die Entwicklung von COVID-19-Impfstoffen zu beschleunigen.</li> </ul> </li> </ul>

## KERNBOTSCHAFTEN UND EMPFEHLUNGEN

1. **Alle Regierungen und Geber sollten anerkennen, dass Investitionen in die TB-Forschung nicht nur Fortschritte bei der Beendigung der TB beschleunigen werden, die nach wie vor die weltweit am häufigsten zum Tode führende Infektionskrankheit ist, sondern auch wissenschaftliche Durchbrüche und Kapazitäten erzeugen werden, die wiederum zur Bekämpfung von COVID-19 und zukünftigen Pandemiebedrohungen genutzt werden können.** Insbesondere luftübertragene respiratorische Krankheitserreger stellen ein erhebliches Risiko für Gesundheit, Gesellschaft und Wirtschaft dar, da sie sich schnell in großem Maßstab ausbreiten können. Investitionen in die Forschung und Entwicklung von TB haben wissenschaftliche Erkenntnisse über Krankheitserreger und Maßnahmen zur Eindämmung ihrer Ausbreitung erheblich verbessert.
2. **Regierungen müssen ihre TB-F&E-Investitionen erhöhen, um die Fair-Share-Ziele zu erreichen oder zu übertreffen,** definiert als 0,1% ihrer gesamten F&E-Ausgaben, um das globale Ziel einer jährlichen Finanzierung von 2 Mrd. USD für TB-F&E zu erreichen, TB-Forschungsinvestitionen gegen COVID-19-Beeinträchtigung zu stützen und bahnbrechende neue Technologien zu liefern.
3. **Während Regierungen und andere Geber, Finanzmittel zur Bekämpfung von COVID-19 bereitstellen, dürfen sie keine Mittel von kritischer TB-Forschung und -Entwicklung abziehen.** TB bleibt weiterhin eine dringende globale Gesundheitskrise, die Investitionen, Aufmerksamkeit und Priorisierung während als auch nach der COVID-19-Pandemie erfordert.
4. **COVID-19 hat gezeigt, wie wichtig es ist, lokale Forschungskapazitäten aufzubauen, damit Forscher negative Konsequenzen schneller abmildern können, wenn größere unerwartete Forschungsstörungen auftreten.** Der Aufbau kritischer Laborinfrastrukturen und die Pflege von Netzwerken klinischer Studienstandorte in unterschiedlichen Lokalisationen reduzieren die Notwendigkeit, Problemumgehungen für den Export von Proben klinischer Studien in zentrale Labors zur Analyse und Validierung zu finden. Lokale Forschungskapazitäten schaffen ebenso Resilienz, indem sie wissenschaftliches Fachwissen und Infrastruktur bereitstellen, die schnell genutzt werden können, um den Beginn von Forschung zum Verständnis und zur Bekämpfung neu auftretender Krankheitserreger zu beschleunigen.
5. **Eine verstärkte internationale Zusammenarbeit in der Wissenschaft ist erforderlich, um Forschungsanstrengungen sowohl für COVID-19 als auch für TB voranzutreiben.** Regierungen sollten Zusammenarbeit und Offenheit fördern und fordern, um die Entwicklung neuer Erkenntnisse und Instrumente im Dienste der öffentlichen Gesundheit zu beschleunigen und kostspielige Doppelarbeit und Forschungssilos zu vermeiden. Zu den Instrumenten, die Regierungen zur Verfügung stehen, um die internationale Zusammenarbeit in der Wissenschaft voranzutreiben, gehören (unter anderem) die Teilnahme an gemeinsamen Finanzierungsinstrumenten und -pools; das Verlangen von offenem Zugang zu Forschungsdaten und -ergebnissen; Teilnahme an Pools zum Austausch von Patenten und Wissen; Verbot wettbewerbswidriger und restriktiver Patentierungs- und Lizenzierungspraktiken; und das Verlangen von breiter Transparenz in Bezug auf Preisgestaltung, Verkauf und Vertrieb von Gesundheitstechnologien.

*“[Wir] verpflichten uns, eine ausreichende und nachhaltige Finanzierung zu mobilisieren, mit dem Ziel, die globalen Gesamtinvestitionen auf 2 Milliarden Dollar zu erhöhen und [...] sicherzustellen, dass alle Länder einen angemessenen Beitrag zu Forschung und Entwicklung leisten”.*

*- Politische Erklärung des High-Level-meeting der UNO zur Bekämpfung von Tuberkulose*

## ANHANG

Tabelle 3. Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen COVID-19 und TB

	COVID-19	TB
<b>Krankheitserreger</b>	COVID-19 wird durch das neuartige SARS-CoV-2 Virus verursacht.	TB wird durch das uralte Bakterium <i>Mycobacterium tuberculosis</i> (Mtb) verursacht.
<b>Verbreitung</b>	Seit dem Auftreten des neuartigen SARS-CoV-2-Virus im Dezember 2019 wurden über 13 Millionen Fälle von COVID-19 bestätigt. <sup>24</sup>	Jährlich erkranken rund 10 Millionen Menschen an TB, von denen rund 500.000 an einer medikamentenresistenten Krankheit leiden. <sup>25</sup>
<b>Mortalität</b>	In den ersten sieben Monaten der Pandemie wurden über eine halbe Million COVID-19-Todesfälle gemeldet. <sup>26</sup>	Jährlich ereignen sich rund 1,5 Millionen TB-Todesfälle. <sup>27</sup>
<b>F&amp;E-Finanzierung</b>	<p>Die Entstehung des neuartigen SARS-CoV-2-Virus wurde mit beispiellosen Finanzierungszusagen zur Förderung der biomedizinischen Innovation zur Bekämpfung von COVID-19 begegnet.</p> <p>Im Mai 2020 veranstaltete die Europäische Union einen weltweiten Aufruf, die Finanzierungszusagen in Höhe von 8 Mrd. USD für die Entwicklung von COVID-19-Impfstoffen und -Behandlungen sicherte.<sup>28</sup></p> <p>Die Vereinigten Staaten haben auch rasch große Mittelzuweisungen genehmigt, um die Forschung, Entwicklung und Produktion von COVID-19-Gegenmaßnahmen zu beschleunigen, darunter fast 10 Milliarden US-Dollar durch Konjunkturpakete.<sup>29</sup></p>	<p>Im Jahr 2018 setzten die UN-Mitgliedstaaten fest, dass eine jährliche Finanzierung von mindestens 2 Milliarden US-Dollar für TB-Forschung und -Entwicklung erforderlich sei, um die Welt auf den richtigen Weg zur Erreichung der globalen Ziele zur Beendigung der TB-Epidemie bis 2030 zu bringen.<sup>30</sup></p> <p>Obwohl die weltweite F&amp;E-Finanzierung für Tuberkulose 2018 mit 906 Mio. USD ein Rekordhoch erreichte, blieb sie unter der Hälfte des Finanzierungsziels der Vereinten Nationen.<sup>31</sup></p> <p>Um den Finanzierungseingpass zu beheben, hat die Zivilgesellschaft die Regierungen aufgefordert, ihren „gerechten Anteil“ zum Finanzierungsziel von 2 Mrd. USD beizutragen, indem sie 0,1% ihrer gesamten F&amp;E-Ausgaben für die TB-Forschung bereitstellen.<sup>32</sup></p>
<b>Übertragung und Infektion</b>	<p>COVID-19 verbreitet sich hauptsächlich durch Atemtröpfchen, die von Personen mit COVID-19-Infektion beim Husten, Sprechen, Atmen und anderen Aktivitäten ausgestoßen werden.</p> <p>COVID-19 verbreitet sich durch Atemtröpfchen, die von Personen in engem Kontakt eingeatmet werden, sowie durch Kontakt mit Oberflächen, auf denen Atemtröpfchen gelandet sind. Es gibt auch Hinweise darauf, dass COVID-19 durch Übertragung in der Luft in mikroskopisch kleinen Atemtröpfchen verbreitet wird, die nach dem Ausstoßen in der Luft schweben.<sup>33</sup></p>	<p>TB wird durch Atemtröpfchen verbreitet, die von Personen mit aktiver TB-Erkrankung beim Husten, Sprechen, Atmen und anderen Aktivitäten ausgestoßen werden.</p> <p>TB-haltige Atemtröpfchen bleiben nach dem Ausstoßen mehrere Stunden in der Luft schweben und können dadurch eingeatmet werden. TB wird nicht durch Kontakt mit Oberflächen verbreitet.<sup>34,35</sup></p>
<b>Inkubation</b>	Personen, die an COVID-19 erkranken, entwickeln typischerweise Symptome innerhalb von zwei bis 14 Tagen nach der Infektion. <sup>36</sup>	Personen, die an TB erkranken, können dies innerhalb von Wochen oder Jahren nach der Infektion tun. Etwa die Hälfte der Personen, die an TB erkranken, tun dies innerhalb von zwei Jahren nach der Mtb-Infektion. <sup>37</sup>



<b>Symptome</b>	<p>Zu den Symptomen der COVID-19-Krankheit zählen unter anderem Husten, Fieber, Atembeschwerden, Müdigkeit und ein neuauftretender Geschmacks- oder Geruchsverlust.<sup>38</sup> COVID-19 greift hauptsächlich die Lunge an.</p>	<p>Zu den Symptomen einer TB-Erkrankung zählen (unter anderem) Husten, Fieber, Atembeschwerden, Müdigkeit, Gewichtsverlust und Nachtschweiß.<sup>39</sup> TB greift hauptsächlich die Lunge an.</p>
<b>Behandlung</b>	<p>Derzeit wird keine spezifische Behandlung für COVID-19 empfohlen, obwohl viele Behandlungen derzeit untersucht werden. Voruntersuchungen haben gezeigt, dass Dexamethason die Mortalität kritisch kranker Patienten senken kann.<sup>40</sup></p>	<p>Tuberkulose wird mit einer Kombination von vier Arzneimitteln behandelt, die sechs Monate lang täglich (typischerweise in einer Kombination mit fester Dosis) eingenommen werden. Arzneimittelresistente TB wird mit einer Kombination von drei bis sieben Arzneimitteln behandelt, die zwischen sechs und 20 Monaten täglich eingenommen werden. Zusätzlich zu einer hohen Pillenbelastung und langer Dauer hat medikamentenresistente TB häufig schwere Nebenwirkungen und schlechte Behandlungsergebnisse - obwohl eine erweiterte Aufnahme und Verwendung neuer Medikamente und Therapien Nebenwirkungen reduzieren und die Ergebnisse verbessern kann.<sup>41</sup></p>
<b>Weltweite Präsenz</b>	<p>COVID-19 hat sich schnell auf der ganzen Welt verbreitet, und fast alle Länder haben Fälle gemeldet.</p> <p>Länder mit hohem Einkommen haben bisher die Mehrheit der COVID-19-Fälle verzeichnet, obwohl die Fälle in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen zunehmen.<sup>42</sup></p> <p>(Hinweis: Während der Mangel an COVID-19-Testmaterialien die Diagnose weltweit problematisch ist, ist diese Herausforderung in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen akuter.)</p>	<p>Dreißig Länder mit hoher TB-Belastung machen fast 90% der weltweiten TB-Fälle aus, von denen acht Länder (Indien, China, Indonesien, die Philippinen, Pakistan, Nigeria, Bangladesch und Südafrika) zwei Drittel der Fälle ausmachen.<sup>43</sup></p> <p>Während TB vorwiegend in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommen auftritt, ist kein Land für TB unverwundbar. In den Vereinigten Staaten leben 13 Millionen Menschen mit einer asymptomatischen, latenten TB-Infektion. Zwischen 650.000 und 1,3 Millionen dieser Personen entwickeln in ihrem Leben eine aktive TB.<sup>44</sup></p>
<b>Am stärksten gefährdete Bevölkerungsgruppen</b>	<p>Während sich unser Verständnis der für COVID-19 anfälligen Populationen rasch entwickelt, haben der bisherige Verlauf und die Auswirkungen der Krankheit wichtige Hinweise ergeben.</p> <p>Ältere Personen und Personen mit bestimmten Grunderkrankungen wie Typ-2-Diabetes entwickeln nach einer Infektion mit größerer Wahrscheinlichkeit eine schwere COVID-19-Krankheit.</p> <p>Frühe Daten aus den USA und dem Vereinigten Königreich zeigen, dass ethnische Minderheiten in diesen Ländern überproportional von COVID-19 betroffen sind und einem höheren Risiko für schwere Krankheiten und Todesfälle ausgesetzt sind als die allgemeine Bevölkerung.<sup>45,46</sup></p>	<p>Personen mit geschwächtem Immunsystem (einschließlich HIV-positiver Personen) und Kleinkinder sind anfälliger für TB-Erkrankungen und Todesfälle als die allgemeine Bevölkerung.<sup>47</sup></p> <p>In den Vereinigten Staaten sind ethnische Minderheiten einem unverhältnismäßig hohen Risiko für TB-Erkrankungen ausgesetzt.<sup>48</sup> Weltweit gehören Migranten und mobile Bevölkerungsgruppen, Gefangene und Inhaftierte, Bergleute, Menschen, die Drogen konsumieren, und Menschen, die mit HIV leben, zu den wichtigsten Bevölkerungsgruppen, die anfälliger für TB-Erkrankungen sind und spezielle Interventionen und Dienstleistungen erfordern.<sup>49</sup></p>

**Tabelle 4. Potenziell bahnbrechende TB-Forschung, die gegen COVID-19-Herausforderungen und -Störungen geschützt werden muss**

Forschung	Übersicht
<p><b>Impfstoffe</b></p>	<p>Trotz der langen und tödlichen Geschichte von TB gibt es derzeit nur einen Impfstoff, der für die Krankheit zugelassen ist: BCG. Der 1921 eingeführte BCG-Impfstoff wird Säuglingen verabreicht und bietet Schutz vor Tuberkulose im Säuglingsalter und in der Kindheit. Derzeit wird untersucht, ob eine erneute Impfung von Jugendlichen und jungen Erwachsenen die Schutzwirkung von BCG verlängern kann.</p> <p>Darüber hinaus befinden sich nach Jahrzehnten wissenschaftlicher Vernachlässigung mehrere neuartige TB-Impfstoffkandidaten in verschiedenen Entwicklungsstadien. Um ein vielversprechendes Beispiel zu nennen, ein Impfstoffkandidat namens M72/AS01E wird für die 3. Prüfphase vorbereitet, nachdem in der 2. Prüfphase eine 50%ige Wirkung bei Vorbeugung von TB-Ausbruch bei TB infizierten Erwachsenen gezeigt wurde.</p> <p>➤ <i>Eine nachhaltige und erweiterte Finanzierung und Unterstützung der laufenden und prospektiven TB-Impfstoffforschung könnte zur Einführung des ersten neuen Impfstoffs gegen TB seit über einem Jahrhundert führen. Neue Impfstoffe sind dringend erforderlich, um einen lebenslangen Schutz gegen TB-Infektionen und Krankheiten zu bieten.</i></p>
<p><b>Arzneimittel und Behandlungsschemata</b></p>	<p>Nach mehr als 40 Jahren wissenschaftlicher Stagnation und Unaufmerksamkeit wurden seit 2012 vier neue TB-Medikamente eingeführt, und mehrere neuartige Verbindungen befinden sich in einem frühen Entwicklungsstadium.</p> <p>Es sind jedoch weitere Forschungsarbeiten erforderlich, um neue Arzneimittel vorzustellen und TB-Behandlungskombinationen zu optimieren, um die Dauer der TB-Behandlung zu verkürzen und ihre Wirksamkeit, Sicherheit und Verträglichkeit zu verbessern.</p> <p>Die Behandlung von arzneimittelanfälliger TB umfasst derzeit eine sechsmonatige Kombinationsbehandlung, die in den 1960er Jahren eingeführt wurde. Das Behandlungsschema für arzneimittelresistente TB kann zwischen sechs und 20 Monaten liegen, mit hohen Pillenbelastungen und schweren Nebenwirkungen.<sup>51</sup></p> <p>➤ <i>Eine nachhaltige und erweiterte Finanzierung und Unterstützung der TB-Forschung wird wichtige Daten liefern, die für die Einführung kürzerer, sicherer und verträglicherer TB-Behandlungsschemata erforderlich sind, und kann zur Einführung neuer TB-Medikamente führen. Neue Medikamente, die für TB entwickelt wurden, können auch bei der Behandlung anderer Krankheiten, einschließlich anderer antimikrobiell resistenter Infektionen, nützlich sein.</i></p>

## Diagnose

Die Entwicklung und Einführung einer schnellen molekularen TB-Diagnostik im letzten Jahrzehnt verbesserte die TB-Diagnose und den Nachweis von Arzneimittelresistenzen erheblich. Diese und andere verfügbare TB-Diagnosetools weisen jedoch kritische Mängel auf, die die TB-Diagnose weiterhin behindern. Von den geschätzten 10 Millionen Menschen, die jedes Jahr an Tuberkulose erkranken, werden 3 Millionen nie diagnostiziert. Es sind dringend verbesserte Diagnosewerkzeuge und -interventionen erforderlich, um diese „nicht aufgespürten“ Personen zu identifizieren und sie einer geeigneten Behandlung zu unterziehen.

Die meisten derzeit verfügbaren TB-Diagnosen erfordern Tests von Sputumproben. Es ist jedoch schwierig, Sputumproben zu entnehmen - insbesondere bei Menschen mit HIV und kleinen Kindern, die Schwierigkeiten haben, Sputum zu produzieren - und sie sind für die Diagnose von extrapulmonaler TB nicht wirksam. Die meisten derzeit verfügbaren TB-Diagnostika erfordern nicht nur Sputumproben für die Verarbeitung, sondern sind ebenso nicht für die Verwendung auf Gemeinde- oder niedrigerer Klinikenebene geeignet, erfordern Stunden bis Wochen für die Verarbeitung und/oder weisen Kostenbarrieren auf.

Mehrere vielversprechende Forschungsanstrengungen könnten bahnbrechende neue Diagnosetools für TB liefern. Forschung ist im Gange, um:

- Entwicklung und Optimierung von Tools zur Diagnose von TB mithilfe von Urin- und Stuhlproben zu entwickeln;
- die TB-Diagnose näher am Behandlungsort zu ermöglichen und Kosten zu senken;
- umfassende Schnelltests zur Arzneimittel-Empfindlichkeit zu entwickeln, die erforderlich sind, um die Behandlung von Menschen mit arzneimittelresistenter TB zu bestimmen; und,
- neue TB-Biomarker zu identifizieren, die neue diagnostische Ansätze aufzeigen können.<sup>52</sup>
  - *Nachhaltige und erweiterte Investitionen in die Entwicklung der TB-Diagnostik und in die Grundlagenforschung können zu einer neuen Generation von Diagnosewerkzeugen führen, die schnell, genau, erschwinglich und lokal einsetzbar sind und auf leicht zu sammelnden Proben beruhen.*

## REFERENCES

1. Weltgesundheitsorganisation. Globaler Tuberkulosebericht 2019. Genf: Weltgesundheitsorganisation; 2019. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329368/9789241565714-eng.pdf?ua=1>.
2. Stop TB Partnership. Der mögliche Einfluss der COVID-19-Reaktion auf die Tuberkulose in Ländern mit hoher Belastung: Eine Modellanalyse. Genf: Stop TB Partnership; 2020. [http://www.stoptb.org/assets/documents/news/Modeling%20Report\\_1%20May%202020\\_FINAL.pdf](http://www.stoptb.org/assets/documents/news/Modeling%20Report_1%20May%202020_FINAL.pdf).
3. Vereinte Nationen. Politische Erklärung des hochrangigen Treffens der Generalversammlung der Vereinten Nationen zum Thema Tuberkulose. New York: Vereinte Nationen; 26. September 2018 <https://www.who.int/tb/unhimonTBDeclaration.pdf>.
4. Treatment Action Group. Trends bei der Finanzierung der Tuberkuloseforschung, 2005–2018. New York: Behandlungsaktionsgruppe; 2019. [https://www.treatmentactiongroup.org/wp-content/uploads/2019/12/tbrd\\_2019\\_web.pdf](https://www.treatmentactiongroup.org/wp-content/uploads/2019/12/tbrd_2019_web.pdf).
5. Ebd.
6. Kommunikation mit TB-Forschungsnetzwerken, Standorten und Forschern zwischen dem 21. April 2020 und dem 15. Juni 2020.
7. Patterson B, Wood R. Ist Husten für die TB-Übertragung wirklich notwendig? Tuberkulose (Edinb). 2019; 117: 31–5. doi: 10.1016 / j.tube.2019.05.003.
8. Nordling L. „Südafrika hofft, seinen Kampf gegen HIV und TB auf COVID-19 vorzubereiten“. Science [Internet]. 27. April 2020 (zitiert am 10. Juli 2020). <https://www.sciencemag.org/news/2020/04/south-africa-hopes-its-battle-hiv-and-tb-helped-prepare-it-covid-19>.
9. Emory J, Russell TW, Liu Y. et al. Der Beitrag asymptomatischer SARS-CoV-2-Infektionen zur Übertragung - eine modellbasierte Analyse des Ausbruchs der Diamond Princess. medRxiv. 11. Mai. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.05.07.20093849> . [Epub ahead of print]

10. Lakhani P, Sundaram B. Tiefes Lernen in der Bruststradiographie: Automatisierte Klassifizierung der Lungentuberkulose mithilfe konvolutioneller neuronaler Netze. Radiologie; 2017; 284 (2) 574–82. <https://doi.org/10.1148/radiol.2017162326> .
11. Mei X, Lee HC, Diao K. et al. Künstliche Intelligenzfähige schnelle Diagnose von Patienten mit COVID-19. Nat Med. 19. Mai 2020 doi: 10.1038 / s41591-020-0931-3. [Epub ahead of print]
12. Treatment Action Group. Die flache Finanzierung der US-Regierung für die Tuberkuloseforschung zum Leben erwecken; Zuweisungen und Empfehlungen für das Geschäftsjahr 2017 - 2020 [Internet]. Juni 2016 (zitiert am 20. Juni 2020). <https://www.treatmentactiongroup.org/publication/breathing-life-into-flatlined-us-government-funding-for-tuberculosis-research-fy-2017-2020-allocations-and-recommendations/> .
13. US-Gesundheitsministerium (Pressemitteilung). HHS, DoD arbeiten mit Cepheid bei der schnellen Diagnose zusammen, um eine Coronavirus-Infektion zu erkennen. 12. März. 2020. <https://www.phe.gov/Preparedness/news/Pages/coronavirus-cepheid-22March20.aspx>.
14. Weltgesundheitsorganisation. Schnelle Kommunikation: Molekulare Tests als erste Tests zur Diagnose von Tuberkulose- und Rifampicinresistenz. Genf: Weltgesundheitsorganisation; 2020. <https://www.who.int/tb/publications/2020/rapid-communications-molecular-assays/en/> .
15. Nair S. „Erklärt: Wie der TrueNat-Test funktioniert“. Der IndianExpress [Internet]. 19. Juni 2020 (zitiert am 11. Juli 2020). <https://indianexpress.com/article/explained/truenat-test-coronavirus-icmr-explained-6465544/> .
16. Kommunikation mit TB-Forschungsnetzwerken, Standorten und Forschern.
17. Treatment Action Group. Informationen zur Handlungsaktionsgruppe Hinweis zu BCG und SARS-CoV-2 / COVID-19: Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um festzustellen, ob der jahrhundertalte Impfstoff gegen Tuberkulose (TB) vor SARS-CoV-2 / COVID-19 schützt. New York: Handlungsaktionsgruppe; 9. April 2020. [https://www.treatmentactiongroup.org/wp-content/uploads/2020/04/TAG\\_bcg\\_infomation\\_note\\_4\\_9\\_20.pdf](https://www.treatmentactiongroup.org/wp-content/uploads/2020/04/TAG_bcg_infomation_note_4_9_20.pdf)
18. Max Planck Gesellschaft Immunverstärkung gegen das Corona-Virus [Internet]. 21. März 2020 (zitiert am 13. Juli 2020). <https://www.mpg.de/14610776/immune-boost-corona-virus>
19. University of Sydney. Sydney-Forscher testen Tuberkulose-Impfstoffkombination auf COVID-19 [Internet]. 3. Juli 2020 (zitiert am 13. Juli 2020). <https://www.sydney.edu.au/news-opinion/news/2020/07/03/sydney-researchers-test-tuberculosis-vaccine-combination-for-cov.html>
20. Treatment Action Group. Hinweis zu BCG und SARS-CoV-2 / COVID-19.
21. Kommunikation mit TB-Forschungsnetzwerken, Standorten und Forschern.
22. Weltgesundheitsorganisation. Compendium der TB / COVID-19-Studien [Internet]. 2020 (zitiert am 22. Juni 2020). <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/covid-19/compendium> .
23. Nationale Akademien der Wissenschaften, Ingenieurwissenschaften und Medizin. Anhang E: Liste der in ressourcenarmen Ländern identifizierten Labors. In: Lowenthal MD, Sharples FE, Herausgeber. Entwicklung von Normen für die Bereitstellung biologischer Laboratorien in ressourcenarmen Kontexten. Washington: National Academies Press; 2019. Verfügbar ab: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542569/> .
24. Weltgesundheitsorganisation. Dashboard der WHO-Coronavirus-Krankheit (COVID-19) [Internet]. 2020 (zitiert am 15. Juli 2020). [https://covid19.who.int/?gclid=EA1aIQobChMIqNCdq7if6gIVeEvtCh376gS-EAAYASAAEgIOI\\_D\\_BwE](https://covid19.who.int/?gclid=EA1aIQobChMIqNCdq7if6gIVeEvtCh376gS-EAAYASAAEgIOI_D_BwE) .
25. Weltgesundheitsorganisation. Globaler Tuberkulosebericht 2019.
26. Weltgesundheitsorganisation. WHO-Dashboard für Coronavirus-Erkrankungen.
27. Weltgesundheitsorganisation. Globaler Tuberkulosebericht 2019.
28. Pressemitteilung der Europäischen Kommission Globale Reaktion auf Coronavirus: 7,4 Milliarden Euro für den universellen Zugang zu Impfstoffen. 4. Mai 2020. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_20\\_797](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_797) .
29. US-Gesundheitsministerium (Pressemitteilung). Trump Administration kündigt Rahmen und Führung für &#39;Operation Warp Speed&#39; an. 15. Mai 2020. <https://www.hhs.gov/about/news/2020/05/15/trump-administration-announces-framework-and-leadership-for-operation-warp-speed.html> .
30. Vereinte Nationen. Politische Erklärung zur Tuberkulose.
31. Treatment Action Group. Trends bei der Finanzierung der Tuberkuloseforschung.
32. Treatment Action Group. Vom fairen Anteil zum fairen Schuss: Chancen nutzen, um den Erfolg der von der US-Regierung finanzierten TB-Forschung sicherzustellen. New York: Aktionsgruppe Behandlung; 2020. <https://www.treatmentactiongroup.org/publication/from-fair-share-to-fair-shot-capitalizing-on-opportunities-to-ensure-success-of-us-government-funded-tb-research/> .
33. Morawska L, Milton DK. Es ist Zeit, sich mit der Übertragung von COVID-19 in der Luft zu befassen. Clin Infect Dis. 6. Juli 2020; ciaa939. doi: 10.1093 / cid / ciaa939. [Epub ahead of print]
34. Weltgesundheitsorganisation. Tuberkulose und COVID-19.
35. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) Fakten zur Tuberkulose [Internet]. 4. Mai 2016 (zitiert am 26. Juni 2020). [https://www.cdc.gov/tb/publications/factseries/exposure\\_eng.htm#:~:text=You%20ein%20o nly%20get%20i Betroffen ist ein% 20 TB% 20 Patient% 20%20b een.](https://www.cdc.gov/tb/publications/factseries/exposure_eng.htm#:~:text=You%20ein%20o nly%20get%20i Betroffen ist ein% 20 TB% 20 Patient% 20%20b een.)

36. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) Coronavirus-Krankheit 2019 (COVID-19): Häufig gestellte Fragen: Symptome und Warnzeichen für Notfälle [Internet]. Aktualisiert am 24. Juni 2020 (zitiert am 27. Juni 2020). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/faq.html> .
37. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) Latente TB-Infektion und TB-Krankheit [Internet]. Aktualisiert am 11. März 2014 (zitiert am 27. Juni 2020). <https://www.cdc.gov/tb/topic/basics/tbinfectiondisease.htm> .
38. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) Coronavirus Krankheit 2019.
39. CDC Latente TB-Infektion und TB-Krankheit.
40. Weltgesundheitsorganisation. Fragen und Antworten Dexamethason und COVID-19 [Internet]. 25. Juni 2020 (zitiert am 17. Juli 2020). <https://www.who.int/news-room/qa-detail/qa-dexamethasone-and-covid-19>
41. McKenna L. Ein Leitfaden für Aktivisten zur Behandlung von medikamentenresistenter Tuberkulose. New York: Behandlungsaktionsgruppe. Juli 2020. <https://www.treatmentactiongroup.org/publication/an-activists-guide-to-treatment-for-drug-resistant-tuberculosis/>.
42. Weltgesundheitsorganisation. WHO-Dashboard für Coronavirus-Erkrankungen.
43. Weltgesundheitsorganisation. Globaler Tuberkulosebericht 2019.
44. NIAID NIAID-Strategieplan für die Tuberkuloseforschung. Maryland: Nationales Institut für Allergien und Infektionskrankheiten; 2018. <https://www.niaid.nih.gov/sites/default/files/TBStrategicPlan2018.pdf> .
45. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) COVID-19 in rassischen und ethnischen Minderheiten [Internet]. Aktualisiert am 25. Juni 2020 (zitiert am 27. Juni 2020). <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/need-extra-precautions/racial-ethnic-minorities.html> .
46. Kirkby T. Es gibt Hinweise auf die unverhältnismäßige Wirkung von COVID-19 auf ethnische Minderheiten. Lancet Respir Med. Juni 2020; 8 (6): 547 & ndash; 548. doi: 10.1016 / S2213-2600 (20) 30228-9.
47. NIAID NIAID-Strategieplan für die Tuberkuloseforschung.
48. Zentren für die Kontrolle und Prävention von Krankheiten (USA) Gesundheitliche Unterschiede bei Tuberkulose: Rassistische und ethnische Unterschiede [Internet]. Aktualisiert am 20. November 2016 (zitiert am 27. Juni 2020). <https://www.cdc.gov/tb/topic/populations/healthdisparities/default.htm> .
49. Stop TB Partnership. Handlungsdaten für Tuberkulose Schlüssel-, gefährdete und unterversorgte Bevölkerungsgruppen: Arbeitsdokument. Genf: TB-Partnerschaft beenden; 2017. <http://www.stoptb.org/assets/documents/communities/Data%20of%20Action%20of%20Tuberkulose%20Key,%20Vulnerable%20und%20Unterserved%20Populations%20Sept%202017.pdf>
50. Treatment Action Group. Pipeline-Bericht 2019. New York: Behandlungsaktionsgruppe; 2019. <https://www.treatmentactiongroup.org/resources/pipeline-report/2019-pipeline-report/> .
51. Ebd.
52. Ebd.