

# aktuelle analysen | 81



Hanns  
Seidel  
Stiftung

## Mit KI gegen die Pandemie?

Über den Einsatz Künstlicher Intelligenz  
im Gesundheitswesen

Maximilian Th. L. Rückert

Maximilian Th. L. Rückert

---

unter Mitarbeit von  
Thomas Knorr

# Mit KI gegen die Pandemie?

Über den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen

# VORWORT



**Markus Ferber, MdEP**

Vorsitzender der  
Hanns-Seidel-Stiftung

**D**ie ganze Welt fiebert im doppelten Wortsinn auf einen neuen Impfstoff zur Eindämmung der SARS-CoV-2-Pandemie hin. Die Fallzahlen von Covid-Erkrankten sind gerade in Europa erneut erschreckend hoch – fast alle Mitgliedsstaaten versuchen mit Lock-Down-Strategien den drohenden Kontrollverlust innerhalb ihrer Gesundheitssysteme abzuwenden. Die Regierungen setzen auf die Vernunft der Menschen, klug Abstand zu halten, intelligente Lösungen für Kontaktvermeidung in den Alltag zu integrieren und weitsichtig die Hygieneempfehlungen umzusetzen.

Sie vertrauen aber auch auf die Wissenschaft, rasch Heilmittel gegen die Pandemie zu erforschen und zu entwickeln. Dabei verbinden Wissenschaftler wie Politiker die Hoffnung auf Hilfe mit den technologischen Quantensprüngen der letzten beiden Dekaden: Die algorithmischen Systeme, die man gemeinhin unter dem Stichwort Künstliche Intelligenz zusammenfasst, stehen dabei besonders im Fokus.

---

Und tatsächlich: Das Mainzer Unternehmen BioNTech des renommierten Onkologen Prof. Dr. Ugur Sahin hat mit seinem Team allem Anschein nach geschafft, worauf die Welt wartet. Sie haben mit einer Kombination aus Big Data, Machine Learning und Deep Data – kurz mit Künstlicher Intelligenz – Muster in Gesundheitsparametern von Patienten erkannt und auf Grundlage dessen einen mRNA-Impfstoff entwickelt.

Bei aller Vorsicht, die mit solchen hoffnungserweckenden Nachrichten über diesen einen von weltweit aktuell mindestens 214 Impfstoffkandidaten einhergehen sollte, ist der zugrundeliegende Ansatz der KI-gestützten Individualmedizin zukunftsweisend.

Künstliche Intelligenz also als das Allheilmittel? Der Freistaat Bayern investiert massiv in die Grundlagenforschung dieser Zukunftstechnologie und die vorliegende Aktuelle Analyse möchte einen Einblick in das Potenzial dieser Technologie im Gesundheitswesen im Allgemeinen und bei der Pandemiebekämpfung im Speziellen ermöglichen. Sie möchte aber auch offenlegen, welche Grenzen der Künstlichen Intelligenz noch gesetzt sind und wie wir diese innovationsoffen und menschenfreundlich mit unserer natürlichen Intelligenz bewerten und gestalten müssen. Sie endet daher mit einem Appell, der sich doch sehr an unser analoges Miteinander richtet: mehr (Daten-)Solidarität wagen!

Die Akademie für Politik und Zeitgeschehen der Hanns-Seidel-Stiftung erfüllt damit ihren Auftrag dabei mitzuhelfen, auf Basis wissenschaftlich fundierter und topaktueller Erkenntnisse nachhaltige politische Entscheidungen für unsere gemeinsame Zukunft vorzubereiten.

Ich wünsche eine informative Lektüre!

///



# Abstract

Die SARS-CoV-2-Pandemie konfrontiert uns mit der Frage, wie und ob uns Künstliche Intelligenz (KI) in der akuten Krise bereits helfen kann oder wir weiterhin auf Technikoptimismus und die Zukunft verwiesen sind. Die vorliegende Analyse bietet eine überblicksartige Zusammenfassung aktueller KI-Entwicklungen, führt vielversprechende Use-Cases zur Pandemieeindämmung bzw. -bekämpfung an und benennt Anwendungshindernisse wie etwa eklatanten Datenmangel. Staatliche Förderstrukturen und Rahmenbedingungen wurden zwar geschaffen, aber nicht nur die akute Krisenbewältigung verhindert eine zeitnahe Umsetzung. Jetzt muss die Krise als Initialzündung verstanden werden.

- Weltweit helfen aktuell Disziplinen der Künstlichen Intelligenz wie Data-Mining, Machine Learning und Deep Learning bei der Bekämpfung der Pandemie, indem sie Vorhersagen berechnen, Wissen verknüpfen sowie Muster in großen Datensätzen erkennen und auswerten können. Dies findet bereits in den Bereichen Früherkennung und Risikoversorge, der Diagnostik und nicht zuletzt in der Vakzinforschung Anwendung.
- Bayern investiert in die Grundlagenforschung KI-basierter Anwendungen im europäischen Vergleich enorme Summen. Erste Erfolge der High-Tech-Agenda spiegeln sich bereits in bayerischen Anwendungsbeispielen wider, die jetzt zur Pandemieeindämmung Verwendung finden.
- Für die Wirksamkeit von KI-Systemen sind jeweils die verwendeten Datenmengen ausschlaggebend. Es braucht politischen Willen, um der KI-Forschung die dringend notwendige Datengrundlage zu ermöglichen. Das Konzept der Datensolidarität und ein effizienter Datenschutz müssen Beachtung finden und politisch-regulativ ausgestaltet werden.

---

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	2
<b>Abstract</b> .....	5
<b>1. Einführung</b> .....	9
<b>2. Hoffnung KI</b> .....	14
<b>3. KI in der Medizin und deren Anwendungsgebiete bei der Pandemiebekämpfung</b> .....	22
<b>3.1 KI in der Früherkennung und Risikovorhersage</b> .....	22
3.1.1 KI-basierte Lösungen für die Früherkennung und Risikovorhersage .....	25
3.1.2 Auswahl aktueller Forschungsprojekte für KI-basierte Früherkennung und Risikovorhersage .....	31
<b>3.2 KI in der Diagnostik</b> .....	32
3.2.1 KI-basierte Lösungen für die Diagnostik .....	33
3.2.2 Auswahl aktueller Forschungsprojekte für KI-basierte Diagnostik .....	35

---

<b>3.3</b>	<b>KI in der Vakzinforschung</b> .....	36
3.3.1	Auswahl KI-basierter Vernetzungs- und Plattformangebote in der Vakzinforschung .....	41
3.3.2	Mit KI gegen die Pandemie – Überblick zu weiteren laufenden Projekten und Anwendungen .....	43
<b>4.</b>	<b>Krise als Initialzündung zu KI-Forschung und Ermöglichung von Datensolidarität nutzen</b> .....	44
4.1	Mehr Solidarität wagen .....	45
4.2	Datensolidarität .....	47
4.3	Zeit zu handeln! .....	50
	<b>Anmerkungen</b> .....	53





**Dr. des. Maximilian Th. L. Rückert, M.A.**

Referatsleiter Digitalisierung, Künstliche Intelligenz und Gesundheitswesen der Akademie für Politik und Zeitgeschehen, Hanns-Seidel-Stiftung, München. Seinen Forschungsschwerpunkt setzt er auf die gesamtgesellschaftlichen Auswirkungen der Digitalen Revolution, auf den politischen Meinungsbildungsprozess sowie auf E-Health.

Zum Thema E-Health veröffentlichte er u. a.:  
Rückert, Maximilian Th. L. /Pförringer, Dominik:  
Zukunftsplattform Bayern: Digitales Gesundheitswesen 2020.  
Bei bester Gesundheit? Deutschlands E-Health im Check-up  
(= Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen 109,  
hrsg. von der Hanns-Seidel-Stiftung), München 2018;

Mokry, Stephan / Rückert, Maximilian Th. L.: Roboter als  
(Er-)Lösung? Orientierung der Pflege von morgen am christlichen  
Menschenbild. Forschung – Technik – Praxis, Paderborn 2020.

■ E-Mail: [Rueckert-M@hss.de](mailto:Rueckert-M@hss.de)

/// Über den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen

# Mit KI gegen die Pandemie?

## 1. Einführung

Von der ersten Idee, eine Künstliche Intelligenz im 18. Jahrhundert zu erschaffen,<sup>1</sup> bis zu den ersten erfolgreichen Umsetzungen am Ende des 20. Jahrhunderts (Deep Blue Schachcomputer IBM gewinnt gegen Schachweltmeister Kasparow 1997) – stets trieb die Menschen bei der Realisierung ihrer Idee eine grenzenlose Erwartungshaltung an. Den Menschen als Automaten mindestens zu kopieren, ja zu verbessern oder gar auf eine neue Evolutionsstufe zu heben, hoffen die Utopisten. Totalüberwachung, der Mensch als Sklave von Computern, Robotern und einer gottgleichen KI, so befürchten die Pessimisten. Künstliche Intelligenz ist in der öffentlichen Wahrnehmung zum Megatrend stilisiert und in den ersten beiden Jahrzehnten des 21. Jahrhunderts zum ultimativen Superlativ von Marketing geworden: Industrie, Handels- und Werbebranche, Medizin, Versicherungen, das Militär – sie alle, und selbst Kühlschrank- und Haarbürstenhersteller, erkennen in der Künstlichen Intelligenz „the next big thing“<sup>2</sup>, wie es Evangelisten der digitalen Revolution bei jeder sich selbst übertreffenden Produkteinführung gerne verkündigen. Immer schneller, mit immer höherer Rechenleistung werden immer bessere Produkte auf den Markt gespült – jetzt noch weicher, jetzt mit noch verbesserter Wirkformel und jetzt auch noch mit KI! Ist Künstliche Intelligenz also nur ein sensationelles, aber inhaltsarmes Marketinglabel? Ja und nein, denn zu oft erledigen simple Algorithmen die Aufgaben, die sich hochtrabend als KI ausgeben wie im Falle der Haarbürste.

**Die Arbeit einfacher Algorithmen wird zu oft mit dem Label „Künstliche Intelligenz“ versehen.**

Was ist Künstliche Intelligenz? „Ein System heißt intelligent, wenn es selbstständig und effizient Probleme lösen kann. Der Grad der Intelligenz hängt vom Grad der Selbstständigkeit, dem Grad der Komplexität des Problems und dem Grad der Effizienz des Problemlösungsverfahrens ab.“

Quelle: Mainzer, Klaus: Künstliche Intelligenz – Wann übernehmen die Maschinen?, New York 2016, S. 3.

Computergestützte Mustererkennung und Mustervorhersage aus massenhaften Daten bewirken als tiefe algorithmische und selbstlernende Systeme allerdings tatsächlich auch Phänomenales: Sie können aktuell beispielsweise selbstständig Katzenbilder von Pferdebildern unterscheiden, sie können den Menschen im Go-, aber auch im Poker-Spiel schlagen, wobei sie im Letzteren sogar besser bluffen als er, sie können Wetterberichte und Drittliga-Fußballspiele autonom beschreiben. Oder ernsthafter: Sie können Lieferketten optimieren, komplexe Produkte herstellen, bei denen ein Mensch nur noch den Startknopf klickt, aber auch selbstständig Musik komponieren und beispielsweise Beethovens unvollendete zehnte Symphonie künstlich fertigstellen. Kurz: Sie können durch ihre Programmierung, durch Training in großer Geschwindigkeit und auf Basis sehr großer Datenmengen in Sekundenschnelle zu selbstständigen Ergebnissen und Lösungen kommen, die wir Menschen, angewiesen „nur“ auf unsere begrenzten Erfahrungen und unseren Wissensbestand, nicht hätten schlussfolgern können – eine in der Tat und im Wortsinn also vielversprechende Technologie.

Da jedoch Künstliche Neuronale Netzwerke, die ein algorithmisches Regelnetzwerk mit einem algorithmischen Bewertungsnetzwerk verknüpfen und mit einer Monte-Carlo-Baumsuche algorithmisch gegengeprüft und erweitert werden, sehr abstrakt sind, nutzen Wirtschaft und Marketing einen bekannten Trick. Sie bedienen sich des Argumentum ad hominem: KI kann den Krebs besiegen! KI stoppt den Alterungsprozess! KI schafft Arbeitsplätze! KI hilft bei einer gerechten Ressourcenverteilung und überwindet den Hunger in der Welt!

Diese zugegebenermaßen überspitzt formulierten Schlagzeilen sind jedoch so fiktiv gar nicht. Gerade aus dem Gesundheitswesen werden „disruptive“ Beispiele, „4.0“-Leuchtturmprojekte, Moon-Shot-Use-Cases und Unicorn-Best-Practices herangezogen, um auf den in großer Regelmäßigkeit einberufenen Digitalgipfeln und Zukunftskongressen das Potenzial dieser doch sehr abstrakten KI-Technologie zu versinnbildlichen: Eine grenzenlose Erwartungshaltung wird auf diese doch noch sehr neue Technologie projiziert und es verwundert nicht, dass auch breite öffentliche Debatten sich nach wie vor um das eventuelle und das mögliche Potenzial Künstlicher Intelligenz für die Zukunft drehen. Nachrichten über tatsächlich beeindruckende Praxisbeispiele KI-basierter Technologie im Gesundheitswesen, vor allem in Diagnostik und Wirkstoffforschung, bieten den geweckten Hoffnungen immer neue Nahrung.

Und dann infizierten sich im Dezember 2019 auf einem Wildtiermarkt in Wuhan in der fernen Provinz Hubei in Zentralchina wie aus dem Nichts Menschen mit einem damals noch nicht so benannten SARS-CoV-2-Virus. Nicht nur in Europa, Deutschland und Bayern mussten Bürger wochenlang kollektiv zu Hause bleiben wie im Venedig des 16. Jahrhunderts, als dort die Pest wütete. Am 10. September, dem Redaktionsschluss für diese Aktuelle Analyse, berechnete die WHO global 201.115 neue Infizierte, 27.688.740 bestätigte Fälle und 899.315 Tote.<sup>3</sup> Die Künstliche Intelligenz hat weder einen Impfstoff entwickelt noch eine Strategie zur Abmilderung gewaltiger wirtschaftlicher Folgen hervorgebracht – trotz der so vielversprechenden Technologie.

„SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus type 2) ist ein neues Beta-Coronavirus, das Anfang 2020 als Auslöser der COVID-19-Erkrankung identifiziert wurde. Zu den Beta-Coronaviren gehören u. a. auch SARS-CoV und MERS-CoV.

Coronaviren sind unter Säugetieren und Vögeln weit verbreitet. Sie verursachen beim Menschen vorwiegend milde Erkältungskrankheiten, können aber mitunter schwere Lungenentzündungen hervorrufen. SARS-CoV-2 verwendet das Enzym ACE-2 als Rezeptor, um in die Wirtszellen zu gelangen. Eine hohe ACE-2-Dichte besteht im Atemwegstrakt sowie im Darm, in Gefäßzellen, in der Niere, im Herzmuskel und in anderen Organen.“

Quelle: RKI; [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText1](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html#doc13776792bodyText1)

Ist Künstliche Intelligenz also wirklich nur ein inhaltsloses Marketinglabel oder doch menschenähnlich im Wortsinn?

Zur Kernaufgabe der Akademie für Politik und Zeitgeschehen der Hans-Seidel-Stiftung gehört es, aktuelle Trends zu beobachten, deren Wechselwirkungen auf Politik und Gesellschaft zu analysieren und mögliche Folgen für politische Entscheidungsträger und gesellschaftliche Multiplikatoren abzuschätzen. Daher beschäftigte sich bereits 2017 die ins Leben gerufene „Zukunftsplattform Bayern: Digitales Gesundheitswesen 2020“ mit den Fragen zur Zukunft(-sfähigkeit) des deutschen Gesundheitssystems. Interdisziplinär und multiperspektivisch versuchten Experten aus Wissenschaft, Technikentwicklung, Politik und Versorgungswesen eine Prognose über die E-Health-Entwicklung und deren unausgeschöpfte Potenziale abzugeben.<sup>4</sup> Im Angesicht der jetzigen akuten Krise, ausgelöst durch die SARS-CoV-2-Pandemie, ist es an der Zeit, diese Potenziale auf den Prüfstand zu stellen. Dafür wird die Akademie für Politik und Zeitgeschehen 2021 erneut mit Fachleuten aus allen Bereichen des Gesundheitswesens Bilanz ziehen und in einer breiten empirischen Untersuchung den Fortschritt von E-Health evaluieren.

Eine Vorstufe dazu soll die vorliegende Analyse leisten, die zum Zeitpunkt des Wiederanstiegens von Infektionszahlen im August und September 2020 einen Zwischenstandsbericht über KI zur Pandemiebekämpfung bietet.

**Die Analyse bietet einen Überblick, welche KI-basierte Technologien bisher in der Medizin menschenähnlich eingesetzt werden.**

Die Analyse soll also weniger analytisch, sondern eher kursorisch und zusammenfassend einen Einblick gewähren, welche KI-basierte Technologien bisher in der Medizin schon wirklich menschenähnlich eingesetzt werden. Sie soll in bayerischer Perspektive einen Blick auf die agile und kreative Entwicklerszene in Deutschland, Europa und der Welt werfen, die sich mit Entschlossenheit, Gründer- und Innovationsgeist der Pandemie und ihren noch nicht absehbaren Folgen entgegenstemmt. Wie stark und vielköpfig, wie intelligent und ideenreich Deutschlands KI-Forscher und Entwickler, Start-Ups, Universitäten und Wissenstransferinitiativen sind, zeigt sich nirgendwo so deutlich wie anlässlich des WirVsVirus-Hackathon der Bundesregierung vom 20. bis 22. März 2020, bei dem innerhalb von 48 Stunden 28.361 Menschen zusammen an über 1.500 analogen und / oder digitalen Lösungen gearbeitet haben, um die Folgen der Pandemie zu bekämpfen. Alleine ausgehend von dieser Initiative sind aktuell nun 130 Projekte in der Umsetzung.<sup>5</sup>

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit werden im Folgenden für politische Entscheider, Multiplikatoren des Gesundheitswesens und Technologie-Interessierte aktuelle Entwicklungen zusammengefasst, wie KI-basierte Systeme gegen die Pandemie schon helfen und welche Ansätze noch in den Forschungslaboren entwickelt werden. Die Analyse greift auf öffentlich zugängliche Informationen zurück und kontextualisiert sie mit staatlichen KI-Förderstrategien und bietet somit einen Vergleich der bayerischen Überlegungen mit denen der europäischen Nachbarn.

Den vorliegenden Zwischenstandsbericht schließt eine Reflexion über die Zukunft KI-basierter Anwendungen ab: Damit Künstliche Intelligenz als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts menschenfreundlich eingesetzt werden kann, braucht es gesamteuropäische, supranationale und -sektorale Anstrengungen, weitsichtig gestaltete Rahmenbedingungen und nicht zuletzt ein Umdenken im Umgang mit Gesundheitsdaten. Es braucht ein Mehr an Solidarität – nicht nur bezogen auf Daten.

**Für „europäische“  
KI-Lösungen braucht  
es ein Umdenken  
im Umgang mit  
Gesundheitsdaten.**

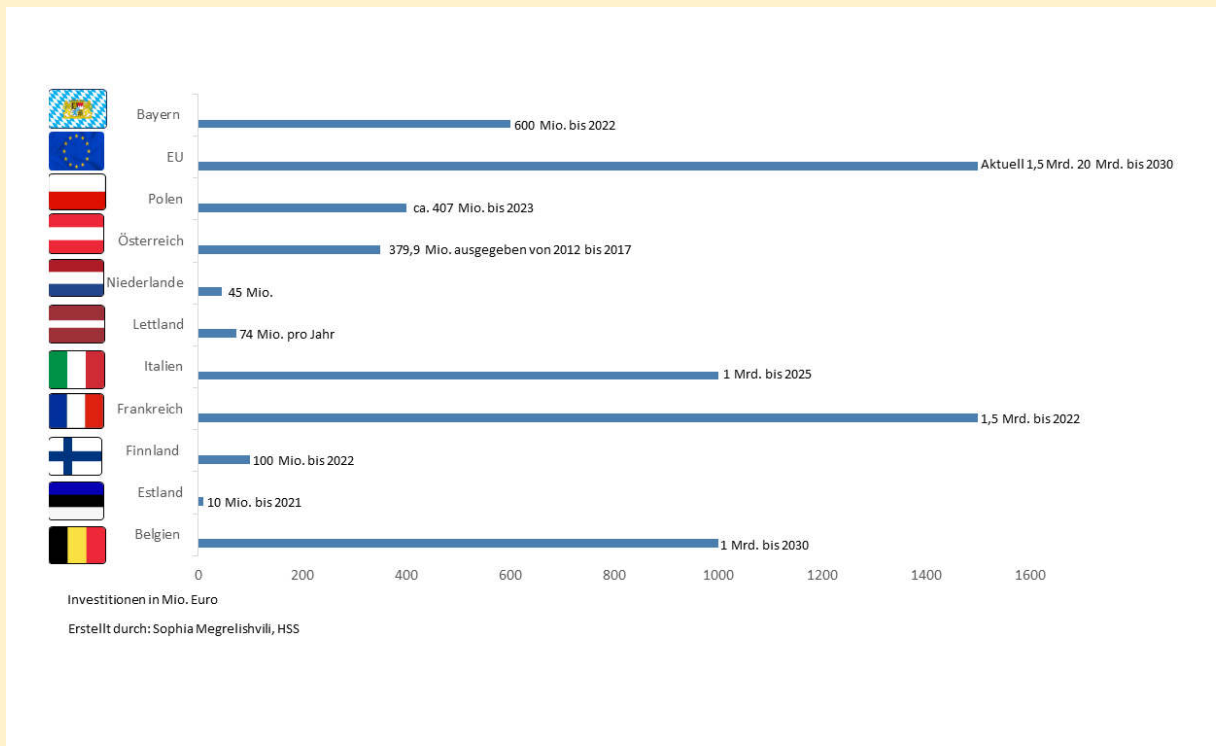
## 2. Hoffnung KI

**Technikevangelisten  
proklamieren die  
Rettung der Menschheit  
mithilfe von KI.**

„Die Digitalisierung war erst der Anfang – Jetzt startet die größte Revolution der Menschheitsgeschichte.“ Gerne proklamieren Technikevangelisten wie Frank Thelen, immerhin Deutschlands bekanntester Technikinvestor, die Rettung der Menschheit durch neue digitale Verfahren und spitzentechnologische Anwendungen wie beispielsweise Künstliche Intelligenz – und das auch anlässlich der SARS-CoV-2-Pandemie.<sup>6</sup> Das Versprechen, alle gesellschaftlichen, politischen und ökonomischen Probleme der Welt mit immer ästhetisch-minimalistischeren, noch leichter bedienbaren, noch effizienteren, noch innovativeren Technikprodukten zu lösen, ist so alt wie die Idee des Silicon Valley selbst. Schon seit den 70er- und 80er-Jahren ist dort im Westen der USA nicht nur das vermeintliche Innovationszentrum der Welt, sondern vor allem die Idee des „Solucionism“ zuhause:<sup>7</sup> Eine Idee, die nicht nur den Konsumenten ihrer Produkte verspricht, mit Hard- und Software hochkomplexe Probleme schnell und effizient zu lösen, erweckt bis heute auch hierzulande die größten Hoffnungen.

Hoffnungen, die sich vor allem mit der Überwindung von körperlich stark belastenden oder monotonen Tätigkeiten auf wirtschaftliche Prosperitätssichten beziehen: Laut einer Studie des Verbands der Internetwirtschaft (eco) und der Unternehmensberatung Arthur D. Little kann KI zu einem saten Wachstum des Bruttoinlandsprodukts (BIP) von 13 Prozent bis 2025 führen.<sup>8</sup> Weitere Potenziale, die diese Studie für die deutsche Wirtschaft erkannt hat, belaufen sich auf 480 Milliarden Euro Gesamtpotenzial und davon allein 150 Milliarden Euro Umsatzpotenzial.<sup>9</sup> Vor allem die Robotikbranche, die ohne KI-gestützte Systeme kaum auskommt, zeigt in Deutschland enorme Wachstumsraten. So hat sich das Branchenwachstum von 1,6 Milliarden Euro in 2005 auf 3,4 Milliarden in 2015 mehr als verdoppelt.<sup>10</sup> Auch andere Kennzahlen wie etwa die Absatzmärkte für Industrieroboter zeigen Deutschland in einer führenden Position.<sup>11</sup> Künstliche Intelligenz trägt schon heute in Deutschland wesentlich zur wirtschaftlichen Prosperität bei. Das Unternehmen Accenture prognostiziert in ihrem Bericht zur Lage der KI in Deutschland einen Anstieg des Wirtschaftswachstums um jährlich satte 3 Prozent (bis 2035).<sup>12</sup> Es zeigt sich also am Status quo, wie bedeutend KI für die deutsche Wirtschaft ist.

Abbildung 1: Investitionen in KI – EU-Länder im Vergleich



Die Grafik fasst sowohl die Investitionen als auch die dafür geplante Förderperiode zusammen und kontextualisiert sie mit den Investitionen des Freistaats Bayern.<sup>13</sup>

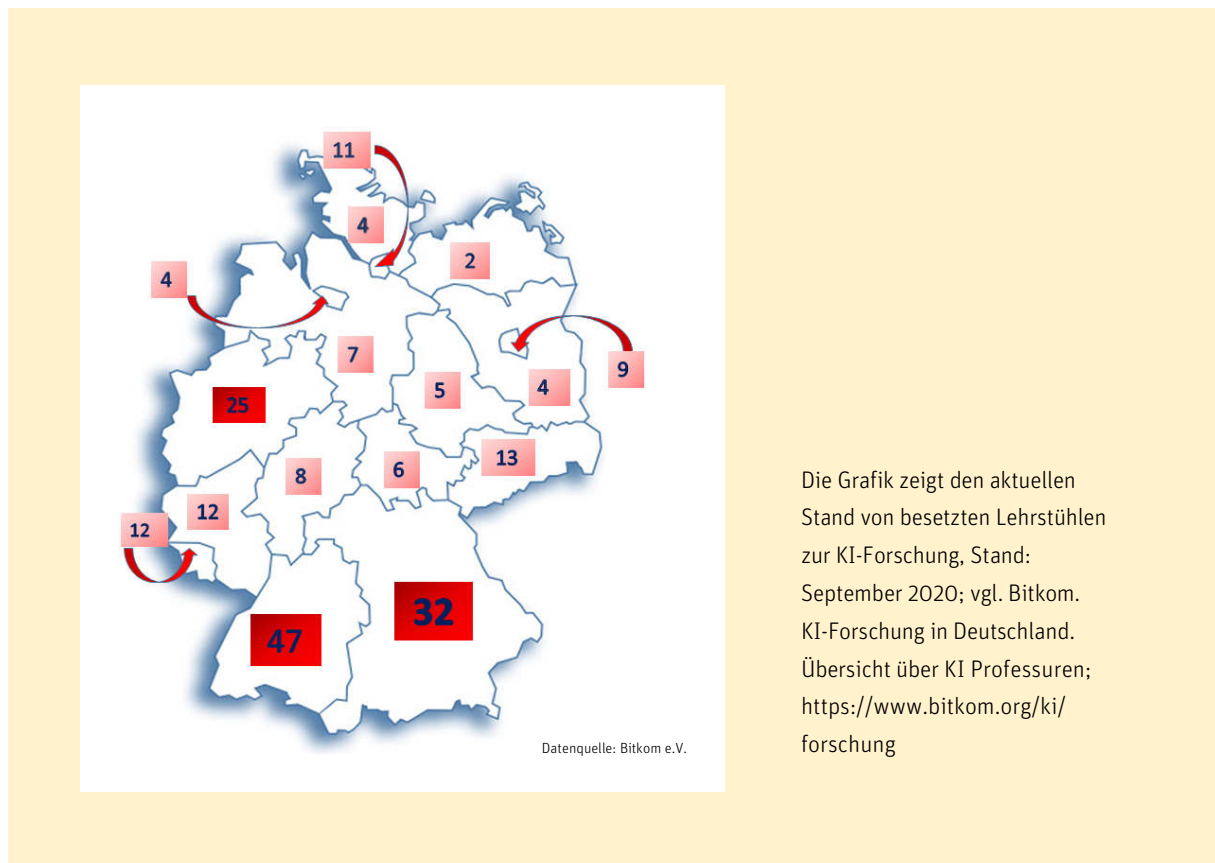


Technikapologeten predigen auch, Deutschland hätte bereits seine Chance verpasst oder drohe sie gerade (seit mehreren Jahren immer wieder aufs Neue) zu verpassen, sei es bei der Digitalisierung allgemein oder im Bereich der Künstlichen Intelligenz im Speziellen. Hier braucht es jedoch Differenzierung: Deutschland behauptet sich im internationalen Wettbewerb um die Entwicklung von KI etwa durch eine starke Forschungslandschaft. Im internationalen Vergleich veröffentlichen deutsche Wissenschaftler weltweit gesehen mit am meisten wissenschaftliche Artikel und Publikationen. So steht das Land gemessen durch den Microsoft Academic Graph auf dem guten fünften Platz, in der EU sogar auf dem ersten Platz. Auch bei den für KI-Technologien so wichtigen Patentanmeldungen nimmt Deutschland eine führende Rolle in der Welt ein. So melden etwa Siemens und Bosch so viele KI-Patente an, dass sie zu den Top 20 der Patentanmelder überhaupt zählen.<sup>14</sup> Insbesondere bei der Anmeldung von Patenten, die das autonome Fahren (auch mittels KI-basierter Anwendungen) betreffen, glänzt Deutschland mit einem starken Wert von 58 Prozent aller Patentanmeldungen weltweit.

**Die Politik hat die Chance für eine weitsichtige Forschungs- und Entwicklungsstrategie genutzt.**

Die Politik folgte jenen Pessimisten nicht zuletzt aus ganz handfest damit verbundenen wirtschaftlichen Prosperitätsaussichten. Die Bundesregierung formulierte in ihrer KI-Strategie ein ambitioniertes Ziel: Deutschland soll künftig die Technologieführerschaft im Bereich der KI übernehmen, weshalb insgesamt 100 KI-Professuren<sup>15</sup> im Bundesgebiet geschaffen und 3 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung investiert werden sollen.<sup>16</sup> Auch Bayerns Wirtschaft profitiert besonders durch den Einsatz und die Entwicklung von KI-Technologien. So kommen etwa 14,2 Prozent der Anmeldungen beim Europäischen Patentamt zu KI in den Jahren 2011 bis 2016 alleine aus Oberbayern.<sup>17</sup>

Abbildung 2: KI-Professuren in Deutschland



Massiv sind die finanziellen Anstrengungen, die nun 2020 bis 2025 im Freistaat unternommen werden, um die Schlüsseltechnologie KI urbar zu machen. Die im Oktober 2019 verkündete Hightech Agenda Bayern bündelt ein Künstliche-Intelligenz- und Supertech-Programm mit 600 Millionen, ein Sanierungs- und Beschleunigungsprogramm mit 600 Millionen, eine Hochschulreform mit 400 Millionen sowie eine Mittelstandsoffensive mit 400 Millionen Euro. Insgesamt bringt Bayern also bis zum Ende der Legislaturperiode 2 Milliarden Euro auf, „um den Freistaat in die Zukunft zu beamen“<sup>18</sup>. Allein 1.000 neue Professuren mit insgesamt 30.000 Studienplätzen für Technik und Informatik sollen im Zuge dessen in ganz Bayern eingerichtet werden, 100 allein für die Erforschung der Künstlichen Intelligenz. Die Bundesrepublik will mittelfristig lediglich 100 KI-Lehrstühle ausloben. „Wir kleckern nicht, wir klotzen. Wir beginnen nicht irgendwann, sondern sofort“, subsummierte CSU-Vorsitzender und Ministerpräsident Dr. Markus Söder noch Anfang Februar 2020 anlässlich des Hightech Summit der Bayerischen Staatsregierung.

Abbildung 3: Übersicht über die KI-Strategien europäischer Nachbarn

	Hightech Agenda Bayern	<a href="https://www.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/hightech_agenda_bayern.pdf">https://www.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/hightech_agenda_bayern.pdf</a>
	Nationale Strategie für Künstliche Intelligenz	<a href="https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf">https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf</a>
	AI4 Belgium	<a href="https://www.ai4belgium.be/wpcontent/uploads/2019/04/report_en.pdf">https://www.ai4belgium.be/wpcontent/uploads/2019/04/report_en.pdf</a>
	National Strategy for Artificial Intelligence	<a href="https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/danish-strategy-ai_en">https://ec.europa.eu/knowledge4policy/publication/danish-strategy-ai_en</a>
	Estonia's national artificial intelligence strategy	<a href="https://bit.ly/33bUK2X">https://bit.ly/33bUK2X</a>
	AI for Humanity	<a href="https://www.aiforhumanity.fr/en/">https://www.aiforhumanity.fr/en/</a>
	National Strategy of Artificial Intelligence	<a href="https://bit.ly/3i9xsRw">https://bit.ly/3i9xsRw</a>
	Lithuanian Artificial Intelligence Strategy	<a href="http://www.kurklt.lt/wp-content/uploads/2018/09/StrategyIndesignpdf.pdf">http://www.kurklt.lt/wp-content/uploads/2018/09/StrategyIndesignpdf.pdf</a>
	Artificial Intelligence: a strategic vision for Luxembourg	<a href="https://digital-luxembourg.public.lu/sites/default/files/2019-05/AI_EN.pdf">https://digital-luxembourg.public.lu/sites/default/files/2019-05/AI_EN.pdf</a>
	Strategy and Vision for AI in Malta 2030	<a href="https://bit.ly/3k2jTUE">https://bit.ly/3k2jTUE</a>

	Strategic Action Plan for Artificial Intelligence	<a href="https://bit.ly/3bKV6RV">https://bit.ly/3bKV6RV</a>
	AIM AT 2030 Artificial Intelligence Mission Austria 2030	<a href="https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:8acef058-7167-4335-880e-9fa341b723c8/aimat_ua.pdf">https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:8acef058-7167-4335-880e-9fa341b723c8/aimat_ua.pdf</a>
	Sztuczna Inteligencja	<a href="https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/sztuczna-inteligencja-polska-2118">https://www.gov.pl/web/cyfryzacja/sztuczna-inteligencja-polska-2118</a>
	National Approach for Artificial Intelligence	<a href="https://bit.ly/3bKV6RV">https://bit.ly/3bKV6RV</a>
	Action plan for the digital transformation of Slovakia for 2019 – 2022	<a href="https://bit.ly/2ZjXJ8i">https://bit.ly/2ZjXJ8i</a>
	RDI Strategy in Artificial Intelligence	<a href="https://bit.ly/3m1ZnVU">https://bit.ly/3m1ZnVU</a>
	AI Portugal 2030	<a href="https://bit.ly/2FhV1sQ">https://bit.ly/2FhV1sQ</a>
	Artificial Intelligence Coalition	<a href="https://bit.ly/2FhV8og">https://bit.ly/2FhV8og</a>
	National Artificial Intelligence strategy of Cyprus	<a href="https://bit.ly/3bGREYr">https://bit.ly/3bGREYr</a>
	WHITE PAPER: On Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust	<a href="https://bit.ly/2ZnDaI5">https://bit.ly/2ZnDaI5</a>

Nur wenige Monate nach der Verabschiedung der Hightech Agenda in Bayern verzeichnet Deutschland die ersten Infizierten mit dem SARS-CoV-2-Virus und aus mit KI verbundenen Hoffnungen werden handfeste Forderungen.<sup>19</sup> In der aktuellen Lage wird derzeit mit Hochdruck an möglichen Impfstoffen geforscht. Dabei wird von vielen Entwicklern tatsächlich auf KI gesetzt.<sup>20</sup> Andere Bereiche der Pandemiebekämpfung wie die Diagnostik und Präventivmedizin arbeiten bereits mit KI-basierten Systemen. Doch wie funktioniert das? Was bringt KI und dessen Anwendung wie beispielsweise Machine Learning im Kampf gegen die Pandemie wirklich und was ist dabei reiner Technikoptimismus?

„Machine Learning oder maschinelles Lernen umfasst unterschiedliche Formen des Selbstlernens bei Systemen der Künstlichen Intelligenz und der Robotik. Diese erkennen beispielsweise Regel- und Gesetzmäßigkeiten in den Daten und leiten Konklusionen und Aktionen daraus ab. Vorbild ist das menschliche oder tierische Lernen, also ein Aspekt menschlicher oder tierischer Intelligenz. Es kann aber ebenso bewusst davon abgewichen werden. Innerhalb der Disziplin der Künstlichen Intelligenz spielt Machine Learning eine immer wichtigere Rolle.“

Quelle: Oliver Bendel in: Gabler Wirtschaftslexikon, Wiesbaden, 19. Aufl., 2018.

Je komplexer die Aufgabe, desto weniger deckt sich die Realität mit der an sie herangetragenen Hoffnung. Künstliche Intelligenz ist in ihren praktischen Möglichkeiten doch noch sehr eingeschränkt. Die Schlüsseltechnologie konnte allerdings bereits schon vor SARS-CoV-2 den Ausbruch von Epidemien wie Ebola früher und effektiver als jedes von Menschen programmierte Warnsystem erkennen. Die Mustererkennung massenhafter Datenbestände ermöglicht dies eigentlich leicht.<sup>21</sup> Aber: Was jedoch für die Frühwarnung und Prognose der Pandemie in Europa fehlte, waren vor allem valide Datenbestände und diese sind mit den geltenden europäischen Datenschutzverordnungen unmöglich konkurrenzfähig zu realisieren.

**Es fehlt an validen Datenbeständen.**

Im Folgenden wird daher der Status quo der KI-Anwendungen in der Medizin generell dargestellt und am Einsatz gegen die SARS-CoV-2-Pandemie exemplifiziert. Dazu wird die Frage geklärt, was KI in der Früherkennung, der Diagnostik sowie der Vakzinforschung (also die Forschung nach einem Impfstoff) heute schon leisten kann. Darauf aufbauend werden bereits existierende Anwendungsbeispiele angeführt, die deutlich machen, welches Potenzial Regelversorgungsanwendungen mit KI-Systemen in der Medizin der Zukunft noch haben werden. Hierbei bestehen jedoch unterschiedliche Anwendungshindernisse, die zusammengefasst und bewertet werden. Mit einem Appell, dass nun ein Zeitalter der Datensolidarität anbrechen muss, um aus der Krise heraus eine Initialzündung zur KI-Grundlagen-Forschung in der Medizin zu starten und die Hürden der Datenbereitstellung politisch zu überwinden, schließt die vorliegende Analyse.

### 3. KI in der Medizin und deren Anwendungsgebiete bei der Pandemiebekämpfung

**Das Potenzial von KI-Systemen wird in der Regelversorgung und der klinischen Praxis nur in sehr begrenztem Rahmen genutzt.**

Von der Anamnese und Diagnostik bis hin zur Medizintechnik – alle Bereiche der Medizin werden in Zukunft mit KI-basierten Systemen zusammenarbeiten. Konkret sind bereits heute diese Systeme beispielsweise sehr gut in der Lage, Auffälligkeiten in medizinischen Bildaufnahmen zu entdecken und in Sekundenschnelle dem jeweiligen behandelnden Arzt zur Verfügung zu stellen. Größtes Anwendungsgebiet ist hierbei insbesondere die Onkologie.<sup>22</sup> Darüber hinaus ermöglichen diese Systeme dem Patienten eine stärkere personalisierte Behandlung: Die Gensequenzierung, die mit herkömmlichen Systemen zeitaufwändig und extrem kostenintensiv ist, kann durch KI-Systeme und die damit verbundene starke Rechenleistung bei medizinischer Indikation von tausenden Patienten eine passgenaue pharmakologische Therapie ermöglichen, kurz: ein Medikament abgestimmt auf einen Menschen.<sup>23</sup> Dieses Potenzial wird in der Regelversorgung und der klinischen Praxis nur in sehr begrenztem Rahmen genutzt. Doch wie ist es in der aktuellen Krisensituation? Die Schlüsseltechnologie könnte hier maßgeblich in drei Bereichen wirkungsvoll eingesetzt werden: in der Früherkennung, der Diagnostik und der Vakzinforschung.

#### 3.1 KI in der Früherkennung und Risikovorhersage

Im Folgenden soll ausgehend von der Notwendigkeit des Algorithmeinsatzes in der Medizin verdeutlicht werden, wie bisherige Ansätze und Verfahren von Medizininformatik bereits bei Früherkennung und Risikovorhersage bei pandemischen Szenarien und der Versorgung Berücksichtigung finden können. Konkrete Anwendungsbeispiele, wie die SARS-CoV-2-Pandemie mittels KI-Technologien aktuell schon bekämpft wird, werden durch eine Auswahl noch laufender Forschungsprojekte ergänzt.<sup>24</sup>

Mathematische Modellierungen, Approximationsmethoden (auf Grundlage einer Datenmenge wird eine allgemein gültige Regel abgeleitet), Mustererkennung und -vorhersage, Wahrscheinlichkeitsverteilungen – für all das können KI-Systeme schnellere Lösungen als Menschen generieren und all das ist auch für die Gesundheitsbranche von Bedeutung. Die bisher schon erreichten Fortschritte in der evidenzbasierten Medizin und in der Präzisionsmedizin sind enorm: Jede Krankheit, und sei sie auch noch so häufig

auftretend, hat jeweils einen individuellen Verlauf. Jede Krebserkrankung ist beispielsweise so individuell wie der betroffene Patient selbst. Alter, Geschlecht und die vielen Faktoren unserer Lebensumwelt ergeben ein jeweils einzigartiges Setting.<sup>25</sup> Die Präzisionsmedizin aggregiert alle Daten, seien sie histologisch, biologisch oder genetisch, und wertet sie mit Algorithmen aus. Damit sind nicht nur höchst individuelle Therapien (die passgenaue Arznei zum richtigen Zeitpunkt mit der richtigen Dosis) und die Vermeidung von Nebenwirkungen, sondern auch die Vorhersage eines genetisch bedingten Erkrankungsrisikos möglich. Die durch KI-Systeme möglichen mathematischen Analysen von Millionen solcher Datensamples (Big Data) helfen also Forschern und Medizinerinnen bei der Früherkennung von Infektionskrankheiten, in der Krebstherapie, bei Autoimmunkrankheiten sowie bei der Transplantationstherapie. Forscherteams in der ganzen Welt arbeiten daran, dass langfristig für jeden Patienten ein sogenannter „digitaler Zwilling“ geschaffen wird. Mittels solcher Computermodelle könnten dann individuelle Krankheitsverläufe besser vorhergesagt, Therapien verbessert und im digitalen Labor erprobt, somit Risiken und Nebenwirkungen minimiert und zudem Therapieergebnisse besser prognostiziert werden.<sup>26</sup>

„Mit Big Data werden große Mengen an Daten bezeichnet, die u. a. aus Bereichen wie Internet und Mobilfunk, Finanzindustrie, Energiewirtschaft, Gesundheitswesen und Verkehr und aus Quellen wie intelligenten Agenten, sozialen Medien, Kredit- und Kundenkarten, Smart-Metering-Systemen, Assistenzgeräten, Überwachungskameras sowie Flug- und Fahrzeugen stammen und die mit speziellen Lösungen gespeichert, verarbeitet und ausgewertet werden.“

Quelle: Oliver Bendel in: Gabler Wirtschaftslexikon, Wiesbaden, 19. Aufl., 2018.



**Künstliche Intelligenz hilft der Epidemiologie, die Infektionslage genauer abzubilden und Risiken zu minimieren.**

Die Bereiche Risikoprognose und Früherkennung hängen also eng zusammen, gerade wenn es um die Bekämpfung von Pandemien geht. Konkret: Um aktuell die SARS-CoV-2-Infizierten besonders in den uns bisher bekannten Risikogruppen besser schützen zu können, ist es relevant, deren generelles Infektionsrisiko im Rahmen von Wahrscheinlichkeiten berechnen zu können.<sup>27</sup> Ziel dabei ist, das Risiko von Gefährdeten insofern zu reduzieren, indem man epidemiologische Maßnahmen für die gesamte Bevölkerung verordnet.<sup>28</sup> Dabei hilft KI der Epidemiologie, durch Big Data bestehende mathematische Verfahren und Analysen zu verbessern und dahingehend auch die Infektionslage genauer abbilden zu können. Mehr Datensätze in ihrer Berechnung führen zu dieser verbesserten Abbildung der Wirklichkeit.

KI hilft auch als Prognose-Werkzeug bei der Bekämpfung der Pandemie insofern, dass ausreichend Krankenhauskapazitäten für schwere oder lebensbedrohlich Erkrankte bereitgestellt werden können. Mithilfe von sogenannten Triage-Chat-Bots können personalisierte Informationen für betroffene Personen schnell von zuverlässigen Stellen wie dem Robert-Koch-Institut (RKI) oder der WHO zur Verfügung gestellt werden. Solche Chat-Bots, wie sie etwa von Apple und Microsoft entwickelt worden sind, ermitteln das Risiko-level von Patienten, ernsthaft zu erkranken. So kann anhand dieser Informationen entschieden werden, ob die Konsultation eines Arztes im Krankenhaus wirklich notwendig ist oder eine ambulante Behandlung ausreicht. Dadurch werden bereits mittels KI-gestützter Verfahren Ressourcen im Gesundheitswesen gespart und ausreichende Kapazitäten für akute Notfälle können bereitgehalten werden.<sup>29</sup> Zudem können aus den durch die Chat-Bots erhobenen Daten – vollständig anonymisiert – regionale Infektionscluster vorzeitig entdeckt werden. Die Auswertung der Symptommuster von SARS-CoV-2 ist dann regional möglich.

Aber auch im Klinikalltag, wo besonders auf den Intensivstationen pandemiebedingt Ausnahmezustand herrschte, können heute KI-Prognosesysteme unterstützen, da dort eine Vielzahl von medizinischen Geräten Vitalparameter erhebt und überwacht. Das Frühwarnsystem ASIC (Algorithmische Überwachung von Intensivpatienten) wurde durch das Medizininformatik-Konsortium SMITH (Smart Medical Information Technology for Healthcare) entwickelt.<sup>30</sup> Das SMITH-Konsortium, gefördert durch das Bundesministerium für Forschung und Entwicklung, hat das Ziel, Wissen zur Stärkung der Medizininformatik aus neun teilnehmenden universitätsmedizinischen Standorten in Deutschland zu bündeln. Erkenntnisse aus der Medizininformatik, der Computerlinguistik und der Epidemiologie werden wirkungsvoll verknüpft. Dieses Frühwarnsystem nutzt KI als Mustererkennung insofern, als auffällige Daten in den erhobenen Vitalparametern an das behandelnde medizinische Personal gemeldet werden, bevor es zu kritischen Situationen

kommt. Aktuell kann ASIC auch schwer erkrankten SARS-CoV-2-Patienten helfen, um Vorboten eines akuten Lungenversagens frühzeitig zu erkennen. Auch die Wahrscheinlichkeit, an anderen schweren Symptomen von SARS-CoV-2 wie am Atemnotsyndrom (ADS) zu erkranken, kann durch Algorithmen sehr präzise im Voraus berechnet werden.

### 3.1.1 KI-basierte Lösungen für die Früherkennung und Risikovorhersage

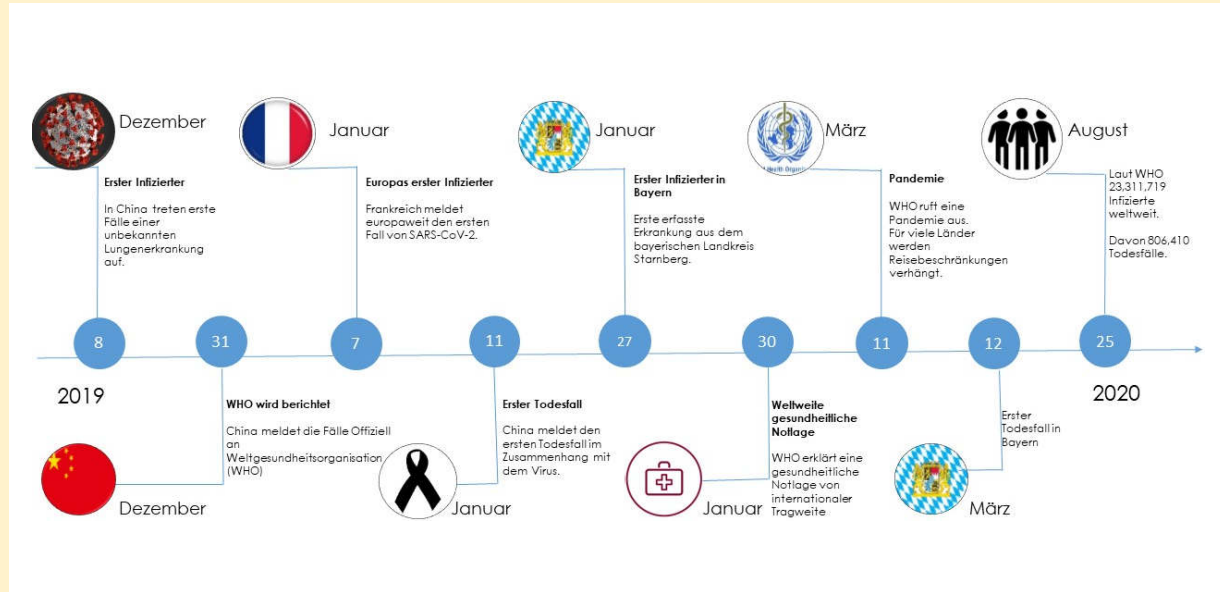
#### Seuchenfrüherkennung: BlueDot

Hätte die Weltgemeinschaft auf eine konkrete KI-basierte Anwendung vertraut, hätte die Pandemie noch vor Entstehung eingedämmt werden können: Komplexe Vorhersagen zum Verlauf und zur Ausbreitung der globalen Pandemie wurden schon im Vorfeld treffsicher angeboten. Somit hätten präventive Maßnahmen ergriffen und wirkungsvoll eine schnelle Verbreitung des Virus gestoppt werden können.<sup>31</sup> Bereits am 31. Dezember 2019 hat das kanadische Unternehmen BlueDot seine Kunden vor einem Ausbruch einer bevorstehenden Epidemie gewarnt. Die KI-Prognose hat dies deutlich früher als alle staatlichen Warnsysteme geschafft. Die US-amerikanische Gesundheitsbehörde CDC warnte am 6. Januar, also sechs Tage später, als sich das Virus schon exponentiell verbreitet hatte. Die WHO warnte bei seiner ersten offiziellen Warnung sogar ganze neun Tage später als der Algorithmus von BlueDot.<sup>32</sup>

**Eine KI-Anwendung sagte bereits sehr früh die Pandemie voraus – gehört haben es aber zu wenige.**

BlueDot ist eine Prognoseplattform zur Seuchenfrüherkennung. Sie kombiniert dabei künstliche und menschliche Intelligenz. Das KI-System durchsucht dabei dauerhaft nach einschlägigen Indizien: Dazu werden beispielsweise Daten aus Nachrichtenportalen wie auch Trends in Social-Media-Plattformen, Blogs oder Foren automatisiert gesammelt und ausgewertet. In einem zweiten Schritt wird diese Prognose von erfahrenen Epidemiologen auf deren Konsistenz geprüft. Erst danach folgt die Veröffentlichung einer Warnung der Kunden des Unternehmens. Durch die Verknüpfung des Datenbestands mit den Fluggastdaten der Fluglinien gelingt es, weltweite Reiserouten von Infizierten abzubilden und somit den lokalen Ausbruch von SARS-CoV-2 präzise vorherzusagen.<sup>33</sup>

Abbildung 4: Die weltweite Pandemielage im Zeitstrahl



Erstellt durch: Sophia Megrelishvili, HSS

Die Grafik kontextualisiert die weltweite Pandemielage mit den Daten des Freistaats Bayern.

### Übertragungswege: HiGHmed-Konsortium

Um die SARS-CoV-2-Pandemie wirkungsvoll eindämmen zu können, ist es von großer Bedeutung, dass die Infektionsketten nachvollziehbar und für die entsprechenden Stellen gebündelt verfügbar sind. So können früh potenzielle Übertragungswege zurückverfolgt und Infektionsketten unterbrochen werden. Das HiGHmed-Konsortium hat sich als Mitglied der Medizinformatik-Initiative des Bundesforschungsministeriums das Ziel gesetzt, Infektionsherde zu erkennen und diese einzudämmen. Hierzu nutzt das Konsortium das Frühwarnsystem SmICS (Smart Infection Control System), das

bereits früher Herde von multiresistenten Krankenhauskeimen aufspüren konnte. In der SARS-CoV-2-Pandemie werden Übertragungsketten mithilfe dieses Systems entdeckt, bevor diese ausgebrochen sind. Hierfür vereint das System mikrobiologische oder virologische Befunde aus unterschiedlichen Laborinformationssystemen und berücksichtigt etwa die Aufenthaltsorte von Patienten im Krankenhaus. Dazu werden die Informationen durch einen Algorithmus strukturiert aufbereitet und als Netzwerk dargestellt. Das Projekt stellt sein System Open Source anderen Kliniken zur Verfügung, um Ressourcen insbesondere in der Nachvollziehung von Infektionsketten sparen zu können.<sup>34</sup>

### Corona-App mit zentraler Datenerfassung: Initiative PEPP-PT

Anders als bei der Corona-Warn-App der Bundesregierung verfolgt die Initiative PEPP-PT bei der Entwicklung einer „Corona-App“ einen zentralen Ansatz, und zwar mit der zentralen Speicherung der Bewegungs- und Kontaktdaten. So wird zwar lokal bei eingeschalteter Bluetooth-Funktion überprüft, ob andere App-Nutzer mit einem Abstand von unter zwei Metern in der Nähe sind, jedoch werden die gesamten Daten auf einem zentralen Server gespeichert. Seine gespeicherten Begegnungen werden an ein System übertragen, von dem aus alle App-Nutzer informiert werden. Alle Daten befinden sich dabei auf den jeweiligen Geräten der Benutzer, nur im Fall einer gemeldeten Infektion werden diese verschlüsselt überprüft.<sup>35</sup> So können sich Infizierte in Selbstisolation begeben, um Infektionsketten unterbrechen zu können. Zunächst hielt die Bundesregierung an dem Ansatz der PEPP-PT-Initiative fest. Aufgrund massiver Datenschutzbedenken und des Widerstands der Plattformgiganten Apple und Google, die bekanntlich ihre Schnittstellen zur Programmierung der App öffnen mussten und einen dezentralen Ansatz befürworteten, wurde dieser Ansatz letztendlich von den Entwicklern SAP und Deutsche Telekom für die nationale Corona-Warn-App verwendet.<sup>36</sup>

**Eine zentrale Datenerfassung konnte sich aus Gründen des Datenschutzes nicht durchsetzen.**

### Regionales Infektionsgeschehen, lokale Versorgungsbedarfe und Ressourcenallokation: CYOSS GmbH

Die Ausbreitungsdynamik von SARS-CoV-2 verläuft regional höchst unterschiedlich, was Infektionszahlen und die damit verbundenen Versorgungsbedarfe angeht. Problematisch dabei ist Folgendes: Auch die für die medizinische Versorgung der Infizierten zur Verfügung stehenden Intensivbetten sind in Deutschland ebenfalls regional unterschiedlich verteilt. Das Münchner Unternehmen CYOSS GmbH hat mithilfe von KI – genauer Machine-

Learning-Systemen – ein umfassendes Modell zur Ausbreitungsdynamik des Sars-CoV-2-Virus entwickelt. Dieses erfasst lokal die Krankheitsverläufe und aggregiert sie auf Landkreisebene. Mithilfe solcher modellgestützten Prognosen können dabei das lokale Infektionsgeschehen tagesaktuell analysiert und passgenau Personaleinsatzentscheidungen und Vorgaben zur Ressourcenallokation getroffen werden, sodass es zur jeweiligen Kapazität der einzelnen Klinik passt.<sup>37</sup>

### Mobilitätsmuster, Gesundheitsdatenspende und Tracing: DFKI und SIS-Software

**Das Erkennen der Mobilitätsmuster bei Großveranstaltungen würde zur Pandemiebekämpfung beitragen.**

Besonders Großveranstaltungen erweisen sich als Superspreading-Events des SARS-CoV-2-Virus.<sup>38</sup> Die Mobilitätsmuster der Teilnehmenden zu kennen, würde einen aktiven Beitrag zur Pandemieeindämmung leisten. Eine Analyse, die anonyme, aggregierte Bewegungsdaten via Smartphones nach deren Zustimmung der Teilnehmenden auswertet, ist durch sogenannte Crowd-Sensing-Technologien möglich. Auf Grundlage dieser Technologien hat das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern ein Softwaresystem konzipiert, das nicht nur die Bewegungsdaten, sondern auch relevante Gesundheitsparameter (auf freiwilliger Basis und anonym) erfasst. Das DFKI verknüpft diese Informationen außerdem mit einem dezentralen und anonymen Tracing-Verfahren, das eine Kontaktverfolgung gemäß des europäischen PEPP-PT-Standards ermöglicht. Das System kann somit zum einen für (gesundheits-)politische Entscheidungsträger und Wissenschaftler zur Analyse von Mobilitätsmustern genutzt werden, aber auch Nutzer zielgerichtet und ortsspezifisch warnen, wenn sie mit einer positiv diagnostizierten Person in Kontakt waren. Dadurch können mittelfristig Infektionsketten unterbrochen werden. Die Technologie entstand eigentlich im Rahmen eines großangelegten EU-Forschungsprojekts, das das Verhalten von Personenströmen bei Großveranstaltungen zu analysieren beabsichtigte und in dieser Verwendung bereits erfolgreich z. B. den Olympischen Spielen 2012 oder beim Rock am Ring im Einsatz war.<sup>39</sup>

### Mindestabstand: Logivations GmbH

Aktuell ist Abstandhalten bislang das effektivste Mittel, Infektionen mit dem SARS-CoV-2-Virus zu verhindern.<sup>40</sup> Epidemiologisch ist ein Abstand von mindestens 1,5 Metern zu anderen Personen empfohlen, um sich keinem erhöhten Infektionsrisiko auszusetzen. Dieser Abstand ist notwendig, um Aerosole und Tröpfchen von Husten oder Niesen nicht auf andere Personen

zu übertragen. Bereits am 16. April 2020 legte das Bundesarbeitsministerium spezielle SARS-CoV-2-Arbeitsschutzstandards fest, die diesen Mindestabstand zwischen Beschäftigten garantieren sollen. Das Münchner Unternehmen Logivations GmbH hat ihr vor der Pandemie entwickeltes Produkt „W2MO-2“ für die aktuelle Krise adaptiert und für die Branchen eine Lösung entwickelt, bei denen die Abstandsregel nur schwierig oder bisher gar nicht umzusetzen ist – beispielsweise in Produktion und Logistik. So wird mittels Objekterkennung und Tracking ein auf der Basis von Machine Learning basierender Algorithmus genutzt, der eigentlich Warenbewegungen verfolgte, jetzt aber auch auf Personen erweitert wurde. So werden zum einen etwa Gabelstapler mit Sensorik und KI ausgestattet, die es ermöglichen, den Abstand dieser zu erfassen. Genauso werden aber durch das Trackingtool die Bewegungsprofile von Personen verfolgt und deren Mindestabstände zueinander dokumentiert und analysiert. Kämen sich Beschäftigte zu nahe, so erfolgt durch optische oder akustische Signale eine Warnung zur Abstandswahrung. Zusätzlich kann die Software des Unternehmens die Kontrolle der Beschäftigten auf das Tragen einer Mund-Nase-Bedeckung übernehmen. Die Privatsphäre der Beschäftigten wird durch eine Anonymisierungssoftware bereits bei der Erfassung arbeitsrechtskonform gewahrt.<sup>41</sup>

### Informationsvermittlung durch Chat-Bots: Neohelden GmbH

Ein unsichtbares Virus nötigt staatliche Institutionen und politische Entscheider zu teils drastischen Einschränkungen des bisher gewohnten Alltagslebens. Transparenz und zielgruppengerechte Informationsvermittlung war zu keinem Zeitpunkt wichtiger. Gleichzeitig mit dem Informationsbedürfnis der Bürger nahm jedoch auch die Verbreitung von Falschinformationen und Verschwörungsmythen zu. Die Ad-hoc-Bereitstellung aktueller Informationen von Institutionen, Ämtern und Unternehmen für Tausende von Menschen pro Tag im Angesicht von eklatanten Personalengpässen ist eine enorme Herausforderung, der jedoch durch den Einsatz von KI-Systemen entgegengetreten werden kann. Das Karlsruher Start-Up Neohelden reagierte insofern, dass sie einen digitalen KI-Assistenten namens Neo eigens zur Informationsvermittlung entwickelte. Auch hier konnten die Chat-Bot-Entwickler auf eine bereits bestehende Lösung aufbauen und an die aktuellen Bedürfnisse anpassen, sodass der Chat-Bot nun automatisch Fragen und Anliegen zu SARS-CoV-2 tausendfach und zeitgleich beantworten kann. Sollten komplexere Fragestellungen auftreten, kann der Chat-Bot an einen menschlichen Mitarbeiter durchstellen. Der ressourcensparende Ansatz KI-basierter Informationsvermittlung ist nicht nur in Krisensituationen zukunftsweisend und wird in unserer Lebenswirklichkeit eine immer größere Rolle spielen.<sup>42</sup>

**KI-basierte Informationsvermittlung beantwortet automatisch Fragen der Bürger und spart Ressourcen.**

### Dynamische Ressourcenallokation: Fraunhofer IIS/SCS

In über 90 Landkreisen in Bayern wurden zu Beginn der Pandemie die Beschaffung und Verteilung von kritischer Schutzausrüstung wie Desinfektionsmitteln und Masken zentralisiert koordiniert. Die Bedarfe von Krankenhäusern, niedergelassenen Ärzten, Pflege- und Altenheimen sowie mobilen Pflegediensten waren jedoch höchst unterschiedlich und das verfügbare Angebot an Ressourcen deutlich begrenzt. Außerdem hatten die Bedarfsträger jeweils abweichende Kriterien an die Ausrüstung gestellt. Die Koordination war daher mit einem hohen zeitlichen wie personellen Aufwand verbunden gewesen. Um diese staatlich organisierte Zuordnung von Materialien in Zukunft besser zu gewährleisten, entwickelte die Arbeitsgruppe für Supply-Chain-Services der Fraunhofer Gesellschaft eine prototypische Anwendung für den Landkreis Nürnberg. Das Projekt „FACE – Fair and fast allocation of scarce protection equipment“ nutzt dabei KI-basierte Techniken wie Discrete Optimization und Rapid-Application-Development. Einzelne Kriterien wie etwa Systemrelevanz der Einrichtung konnten so mit deren exakten Lagerbeständen verknüpft werden. Priorisierte Ressourcenallokation ist somit möglich.<sup>43</sup>

### Krankheitsverlauf und Symptomerfassung: Tübinger Kompetenzzentrum für Maschinelles Lernen und Uniklinik Tübingen

**Mit Datenspenden können Muster in individuellen Symptomen und Krankheitsverläufen gefunden werden.**

Die Varianz der SARS-CoV-2-Symptome ist bekanntlich groß, gleiches gilt für Symptomstärke und Krankheitsverlauf. Die Ursachen dafür werden aktuell erst erforscht. Die Forschungscommunity ist zwar vernetzt, aber die benötigten Datenmassen zur Mustererkennung bei Symptomen und Krankheitsverläufen liegen noch nicht vor. Damit diese Daten möglichst effizient erhoben werden können, hat das Tübinger Kompetenzzentrum für Maschinelles Lernen zusammen mit Medizinerinnen der Uniklinik Tübingen die App CoroNotes entwickelt. Hier können Nutzer dieser App freiwillig und anonym täglich Fragen zu ihrem aktuellen Gesundheitsstand beantworten wie auch von aktuellen Symptomen und dessen Veränderungen berichten. Diese erfassten Daten helfen dabei, Rückschlüsse auf Krankheitsverläufe zu ziehen und mögliche Frühindikatoren für eine Infektion zu ermitteln. Die Daten aus der App werden mithilfe von Maschinellem Lernen ausgewertet, das in den aggregierten Antworten dann Muster zu erkennen versucht. Zusätzlich lassen sich durch die App mögliche Probanden für weitere Forschungsstudien identifizieren, die aufgrund ihrer spezifischen Krankheitsverläufe einen großen Erkenntnisgewinn versprechen. Die App CoroNotes ist keine Tracking- oder Tracing-App und erfasst daher keine Bewegungsprofile oder Kontakte mit anderen Personen. Sie dient rein der Erfassung und Auswertung von Gesundheitsdaten aufgrund der freiwillig gespendeten Berichte von betroffenen Infizierten.<sup>44</sup>

### 3.1.2 Auswahl aktueller Forschungsprojekte für KI-basierte Früherkennung und Risikovorhersage

#### Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung

Die Verknüpfung und zentrale Bündelung von immunologischen, klinischen und epidemiologischen Informationen ist eine der größten Herausforderungen der SARS-CoV-2-Pandemie. Schließlich ist der Bezugsrahmen dieser Informationen global. Das Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung (HZI) bietet dafür das Projekt CORESMA als Lösungsansatz an. Es bündelt Expertise in den Schwerpunkten E-Health-Anwendungen, KI-Technologien, Muster- und Vorhersage sowie Technologien, die es im Bereich der Blut-Serumanalyse ermöglichen, Impfantworten von Immunantworten zu unterscheiden. Dabei tauschen sich europäische Forscher mit Partnern aus China, der Elfenbeinküste und Nepal aus. Das Konsortium entwickelt zudem die App SORMAS, mit deren Hilfe sich Daten zu Infektionsclustern vor Ort in Echtzeit erfassen und an die jeweilige Gesundheitsbehörde übermitteln lassen. In Deutschland und Nepal wird im Rahmen des Projekts des Weiteren untersucht, ob Infektionen mit anderen menschlichen Corona-Viren zu einer Kreuzimmunität gegen das neuartige SARS-CoV-2-Virus führen können.<sup>45</sup>

**Die Bündelung von interdisziplinärem Wissen ist die größte Chance gegen das Virus.**

#### Robert-Koch-Institut und Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

Mustererkennung und daraus abgeleitete Verlaufsprognosen sind die großen Stärken von KI-Systemen. Ihre Rechenpower wird jeden Tag für die mathematischen Modellierungen der Risikoeinschätzung der Pandemielage herangezogen. Hierfür errechneten beispielsweise das Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung und das Robert-Koch-Institut Beispielszenarien eines möglichen Verlaufs der SARS-CoV-2-Pandemie in Deutschland.<sup>46</sup> Aber auch Wissenschaftler des DFKI und der Universität Trier setzen sogenannte Simulationsmodelle ein, die mithilfe von Machine Learning Krankheitsverläufe oder Verhaltensmuster von Menschen errechnen. Ziel ist es dabei stets, für (gesundheits-)politische Entscheidungen die Grundlage zu schaffen, was etwa passieren würde, wenn geltende Beschränkungen gelockert werden würden. Anhand dieser Szenarienmodelle lässt sich beispielsweise ermitteln, wie Menschen bei Großveranstaltungen oder Familienfeiern zusammentreffen und wie sich dort das Virus ausbreiten kann.<sup>47</sup>



**Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz erweitert Medizinern die Diagnostikmöglichkeiten.**

### 3.2 KI in der Diagnostik

Auf E-Health-Kongressen wird weltweit immer wieder der Vergleich gebracht, ein Radiologe habe in seiner gesamten Berufslaufbahn ca. 30.000 Bildbefunde zur Krebsdiagnose sehen können. Eine KI bewältigt dieses Datensample in wenigen Sekunden in Form von Trainingsdateien und kann am Ende auf hunderte Millionen „Erfahrungswerte“ zurückgreifen. KI kann also Medizinern die Arbeit im Erkennen von Krankheiten, also der Diagnostik, erleichtern und unterstützen. Inwieweit KI heute bereits tatsächlich in der Diagnostik eingesetzt wird, welche Anwendungsgebiete es dafür gibt, welche besonderen Datentypen es dafür braucht und wie KI heute schon bei der Diagnose von SARS-CoV-2 helfen kann, darüber bietet das folgende Kapitel einen Überblick. Dies wird ergänzt mit einer Auswahl von sich aktuell noch in der Forschung und Entwicklung befindenden KI-basierten Diagnostik-Verfahren.

KI wird bisher beispielweise erfolgreich zur Diagnostik von seltenen Stoffwechselerkrankungen, sogenannten Lysosomalen Speicherkrankheiten (LSDs), eingesetzt. LSDs sind aufgrund der unspezifischen Symptomatik nur schwer für Ärzte zu diagnostizieren bzw. nur wenige Mediziner wissen von diesen Erkrankungen und können diese damit nicht sofort zuordnen.<sup>48</sup> Forscher des Helmholtz Zentrums für Infektionsforschung haben in einer Pilotstudie ein KI-basiertes Modell entwickelt, das Ärzten bei der Diagnose solch seltener Krankheiten helfen kann. Mithilfe des KI-Systems des Machine Learning erkennt das Modell Muster in den Antworten von Fragebögen, die von möglichen Betroffenen ausgefüllt werden. So können prädiagnostische Erfahrungen der Patienten in die diagnostische Klassifizierung mit einfließen.<sup>49</sup>

In der Diagnostik von SARS-CoV-2 ist es indes wichtig, mittels frühzeitiger Tests Infektionen zu erkennen, um durch Quarantänemaßnahmen die Infektionsketten zu durchbrechen. Hierzu gibt es unterschiedliche Testverfahren, die entweder bestimmte Bereiche der viralen RNA nachweisen oder eine Infektion der Lunge mit SARS-CoV-2 per Computertomographie-Aufnahme erkennen.<sup>50</sup> Forscher haben in China dazu ein Diagnosesystem entwickelt, das anhand der Aufnahmen der Lunge mit 96-prozentiger Wahrscheinlichkeit erkennen kann, ob ein Patient am SARS-CoV-2-Virus erkrankt ist.<sup>51</sup> Mittels Deep Learning (DL) lernt das System, diese besondere Form der viralen Pneumonie von anderen Diagnosen und gesunden Menschen zu unterscheiden. Solche Tests helfen den Ärzten, schnell valide Entscheidungen zu den passenden und notwendigen Therapien zu treffen. Diese KI-gestützten Diagnosehilfen könnten auch aktuell in Deutschland und Europa bei der Überlastung der medizinischen Labore durch die konventionelle Testung Abhilfe schaffen.<sup>52</sup>

### 3.2.1 KI-basierte Lösungen für die Diagnostik

#### Diagnostik durch Audiodateien: Audeering

Mustererkennung ist mittels KI-Anwendungen nicht nur in massenhaften Bilddateien, sondern auch bei Audiodateien möglich.<sup>53</sup> Das macht sich ein Unternehmen aus München zu Nutze und hat eine App entwickelt, die durch Sprachproben erkennen kann, ob es sich um eine SARS-CoV-2-Infektion handelt. Die Daten aus der eigenen Stimmprobe werden mit einer Datenbank verglichen. In dieser sind Audioproben von SARS-CoV-2-Patienten aus Wuhan und dem Universitätsklinikum Augsburg gespeichert. Hier erkennt die KI Übereinstimmungen, beispielsweise in der besonderen Art des Hustens oder im Klang eines gewissen „Lungenrasselns“. Der Algorithmus der Mustererkennung entscheidet, ob es sich um einen ähnlichen Klang handelt wie bei einer infizierten Person.

**KI-Mustererkennung kann durch Vergleich von Audiodateien auf COVID-Erkrankung hinweisen.**

So kann im besten Fall die Diagnose SARS-CoV-2 durch eine App ermöglicht werden, ohne die ohnehin knappen Laborressourcen klassischer Tests zu beanspruchen. Bei der App-Entwicklung wurde vorausgedacht, sie in die offizielle Corona-Warn-App der Bundesregierung zu integrieren. Leider fehlt es auch diesem vielversprechenden Ansatz an ausreichend valider Datengrundlage, weshalb aktuell das Unternehmen noch um weitere Stimmproben von positiv Getesteten sowie von Menschen, die negativ getestet worden sind, aber Symptome hatten, bitten muss.<sup>54</sup>

#### Diagnose und Vorhersage: Innovation Center Computer Assisted Surgery (ICCAS)

Einige der SARS-CoV-2-Infizierten weisen erst im späteren Verlauf der Infektion schwerwiegende Symptome auf. Dadurch entstehen signifikante Lücken im Informationsfluss, da eine vollständige Überwachung der Vitaldaten eines Infizierten erst bei dessen Hospitalisierung beginnen kann. Das Innovation Center Computer Assisted Surgery (ICCAS) der Universität Leipzig hat jedoch ein System entwickelt, das bereits ein lückenloses Tracking spezifischer Faktoren direkt nach der Diagnose von SARS-CoV-2 ermöglicht. So können die Daten eines vollständig digital dokumentierten Krankheitsverlaufs eines Infizierten mit KI-Verfahren umfassend untersucht werden. Die Erkenntnisse aus dem Krankheitsverlauf des Einzelnen können vielen helfen, denn die automatisierte Mustererkennung erstellt ein Prädiktionsmodell, das dann medizinische Risiken für den Patienten bereits vor deren Eintritt vorhersagen kann. Das System mit dem Namen COVIDAL kommt im Rahmen einer klinischen Studie bereits im Klinikum St. Georg in Leipzig zum Einsatz.<sup>55</sup>

**KI-Systeme erkennen eine COVID-Erkrankung in Sekundenschnelle in CT-Bildern.**

### Diagnostik durch Bilddateien: Universitätsklinikum Jena (UKJ)

Anhand von Computertomographie-Aufnahmen eine durch das SARS-CoV-2-Virus verursachte Lungenentzündung von einer herkömmlichen Lungenentzündung eindeutig zu unterscheiden, ist zeitintensiv. Radiologen des Universitätsklinikums Jena (UKJ) haben bereits im April 2020 ein KI-System aufgesetzt, das innerhalb weniger Sekunden SARS-CoV-2-Virus typische Auffälligkeiten in CT-Bildern erkennt. Das System wird insbesondere im Rahmen der Risikoeinschätzung von Patienten angewendet. So nutzt das UKJ dieses System in ihren Notaufnahmen bereits insoweit, dass es SARS-CoV-2-Verdachtsfälle nicht mit einem klassischen PCR-Test diagnostiziert, sondern direkt ein CT der Lunge erstellt und damit mit hoher Sicherheit eine Infektion nachweisen kann. Infizierte werden daraufhin entsprechend behandelt, ohne lange auf Laborergebnisse warten zu müssen. Das KI-System wurde mithilfe von Machine Learning trainiert und dessen Datengrundlage sind Bilddaten zahlreicher SARS-CoV-2-Fälle aus Wuhan in China.<sup>56</sup>

### Befundungshilfe mit Bilddaten: Smart Reporting GmbH

Das Münchener KI-Startup Smart Reporting stellt aktuell Radiologen eine kostenlose Vorlage zur Verfügung, die einen strukturierten Ansatz zur Meldung abnormaler Befunde im Brustkorb-CT bietet. So können beispielsweise verschiedene Muster in der Lungentrübung im CT erkannt werden und diese teil-automatisiert an ein System gesendet werden, das dem Arzt bei der Dokumentation und Diagnostik behilflich ist. Das System stellt dem behandelnden Arzt passgenaue Fragen, um dann eine strukturierte Befundung zu erstellen. So werden jetzt diejenigen Befunde hervorgehoben, die mit Auswirkungen auf die Lunge in Verbindung gebracht werden können.<sup>57</sup>

### Wissensorganisation: Beuth Hochschule für Technik Berlin

Die Beuth Hochschule für Technik Berlin stellt Ärzten ein kostenfreies Recherchetool für die Diagnostik von SARS-CoV-2 zur Verfügung. Grundlage ist eine Datenbank von Semantik Scholar, die über 11.000 Dokumente zu SARS-CoV-2 und verwandten Krankheiten beinhaltet. In dieser Datenbank sind Dokumente aus geprüften und anerkannten Quellen mit Entstehungsdaten ab Ende 2019 veröffentlicht. Ärzte können über das zur Verfügung gestellte Online-Tool zu über 100 Aspekten wie beispielweise Symptome, Medikation, Screenings oder Risikofaktoren global recherchieren. So werden semantisch relevante Ergebnisse mittels Deep Learning direkt farblich hervorgehoben beziehungsweise markiert. Das Recherchetool basiert auf

Contextualized Discourse Vectors (CDV), was ursprünglich für andere Krankheiten entwickelt wurde und nun auf den genannten SARS-CoV-2-Datensatz angewendet wird.<sup>58</sup>

### 3.2.2 Auswahl aktueller Forschungsprojekte für KI-basierte Diagnostik

#### Technische Universität Dortmund und das Leibnitz-Institut für Analytische Wissenschaften (ISAS)

Die Laborkapazitäten zum Nachweis einer Infektion mit dem SARS-CoV-2-Virus sind in Deutschland begrenzt. Abhilfe kann ein mobiles System bieten, das etwa in Krankenhäusern, aber auch an Flughäfen oder Grenzübergängen flexibel eingesetzt werden kann. Die TU Dortmund und das Leibnitz-Institut für Analytische Wissenschaften (ISAS) haben bereits vor 10 Jahren einen Biosensor entwickelt, der heute unter dem Namen PAMONO (Plasmonen-unterstützte Mikroskopie von Objekten in Nanogröße) in der Lage ist, die herkömmlichen Testkapazitäten zu schonen. Es handelt sich dabei um eine Technologie, die mittels Sensor und KI-System den Nachweis für eine Infektion in Echtzeit liefern kann, weil sie Viren und virusähnliche Partikel einer quantitativen Analyse unterzieht und mit Machine Learning auswertet.<sup>59</sup>

**Biosensoren schonen Laborkapazitäten und können Infektionen in Echtzeit feststellen.**

#### Technische Hochschule und Universitätsklinikum Ulm

Wissenschaftler des Universitätsklinikums Ulm und der Technischen Hochschule Ulm forschen ebenfalls im Bereich alternativer Testmöglichkeiten: Eine dieser Möglichkeiten ist die Röntgenaufnahme der Lunge. Das Forschungsprojekt will herausfinden, inwiefern diese Art der Testung präzise Aussagen über eine vorliegende Infektion treffen kann. Hierzu sollen der Grad der Schwere der Infektion sowie die Schädigung der Lunge festgestellt werden. Die dazu entwickelte KI wurde mithilfe des sogenannten Transfer Learning trainiert, das auch mit relativ wenig Trainingsdaten schon Erfolge liefern konnte.<sup>60</sup>

### 3.3 KI in der Vakzinforschung

Im Kampf gegen die Pandemie steigt mit jedem Monat der andauernden Krise die Hoffnung, einen Impfstoff, sogenannte Vakzine, zu finden, um mit einer Immunisierung die Infektionskette zu unterbrechen und den Virus damit beherrschbar zu machen. Nach einem kurzen Überblick, wie Wirkstoffforschung mittels KI-System funktioniert und welche Ansatzpunkte es dafür bereits für die Erforschung eines Arzneimittels gegen SARS-CoV-2 gibt, folgen einige aktuelle Umsetzungsbeispiele.

In der Wirkstoffforschung und der Pharmakologie kann der Einsatz von KI-Systemen, genauer Data Mining, wirksam sein, da diese besonders leistungstark in der Erkennung von Mustern und Zusammenhängen sind. Erst 2018 ist es Wissenschaftlern gelungen, ein Kernproblem der Biologie mittels KI-Technik zu lösen: nämlich Proteinfaltungen erfolgreich zu errechnen.<sup>61</sup> Proteine, also Makromoleküle aus Aminosäuren und Peptiden, werden zwar durch die DNA codiert, aber die Struktur und der dreidimensionale Aufbau, die Proteinfaltung, ist unbekannt und kann nur aus den genetischen Informationen errechnet werden.<sup>62</sup> Diese 3-D-Struktur zu kennen und die Abstände und Winkel der Aminosäuren zu bestimmen, ist aber insofern ausschlaggebend, weil mit der Vorhersage der Proteinfaltung Medikamente an die jeweilige Proteinstruktur angepasst werden können.

„Unter Data Mining versteht man die Anwendung von Methoden und Algorithmen zur möglichst automatischen Extraktion empirischer Zusammenhänge zwischen Planungsobjekten, deren Daten in einer hierfür aufgebauten Datenbasis bereitgestellt werden.“

Quelle: Richard Lackes in: Gabler Wirtschaftslexikon, Wiesbaden, 19. Aufl., 2018.

Der 2014 von Google übernommenen Firma DeepMind ist es mit ihrem KI-System „AlphaFold“ nun bei einem internationalen KI-Wettbewerb (CASP 13) gelungen, von 43 Proteinen, deren 3-D-Struktur zwar bekannt, aber nicht veröffentlicht war, immerhin 25 richtig zu berechnen.<sup>63</sup> Der zweitplatzierte Konkurrent von DeepMind errechnete nur drei korrekt. Es zeigt sich an diesem einen Beispiel, dass selbst der Techgigant Google an der Komplexität der Natur (noch) an seine Grenzen kommt und die Hoffnungen auf schnelle Erfolge bei der Wirkstoffforschung mit der Hoffnung auf noch größere Rechenleistung verbunden ist.<sup>64</sup>

Einen wegweisenden Ansatz für mehr Rechenleistung und mehr KI in der Wirkstoffforschung bietet das Beispiel des HyperFOODs-Projekts: Dass gesunde Ernährung gegen Krebs schützen kann, gilt als Binsenweisheit. Jetzt hat ein internationales Forscherteam allerdings bei bekannten Molekularverbindungen mittels Machine-Learning-Systemen errechnet, wie hoch das Potenzial bestimmter Nahrungsmittel ist, Krebs „verhindern“ zu können.<sup>65</sup> Zwiebeln, Knoblauch, Orangen oder Trauben können demnach zwar Krebs weder heilen oder aufhalten, jedoch sind in ihnen die Wirkstoffe am häufigsten vorhanden und nun herausgerechnet worden, die am stärksten präventiv gegen ein Krebserkrankungsrisiko wirken.

Die Erkenntnis, dass 30 bis 40 Prozent der Krebskrankheiten durch eine gesunde Ernährung und Lebensstil verhindert werden können, ist nicht revolutionär, aber die Methode der Berechnung ist es durchaus: Die Wirkstoffforscher sind mithilfe der DreamLab-App des Imperial Collage London (ICL) und der Vodafone Foundation zu ihren Ergebnissen gelangt. Die DreamLab-App funktioniert wie ein riesiger global vernetzter, aber dezentraler (Cloud-) Computer, der dabei hilft, den KI-Algorithmus des Imperial Collage in London zu beschleunigen.<sup>66</sup> Hierbei werden die freien Rechenkapazitäten von Smartphones genutzt, die nachts durch das Aufladen ungenutzt bleiben. Die 2015 ursprünglich vom australischen Garvan Institute of Medical Research und der Vodafone Foundation entwickelte App kann heute auch mit freiwilligen Spenden von Datenmengen aus jedem anderen Mobilfunknetz unterstützt werden. Der Ansatz von dezentraler, verteilter Rechenleistung von Einzelgeräten und Rechenpools (Volonteer-Computing) ist mehr als vielversprechend.

**Die Hoffnung auf schnelle Erfolge bei der Wirkstoffforschung ist mit der Hoffnung auf noch größere Rechenleistung verbunden.**

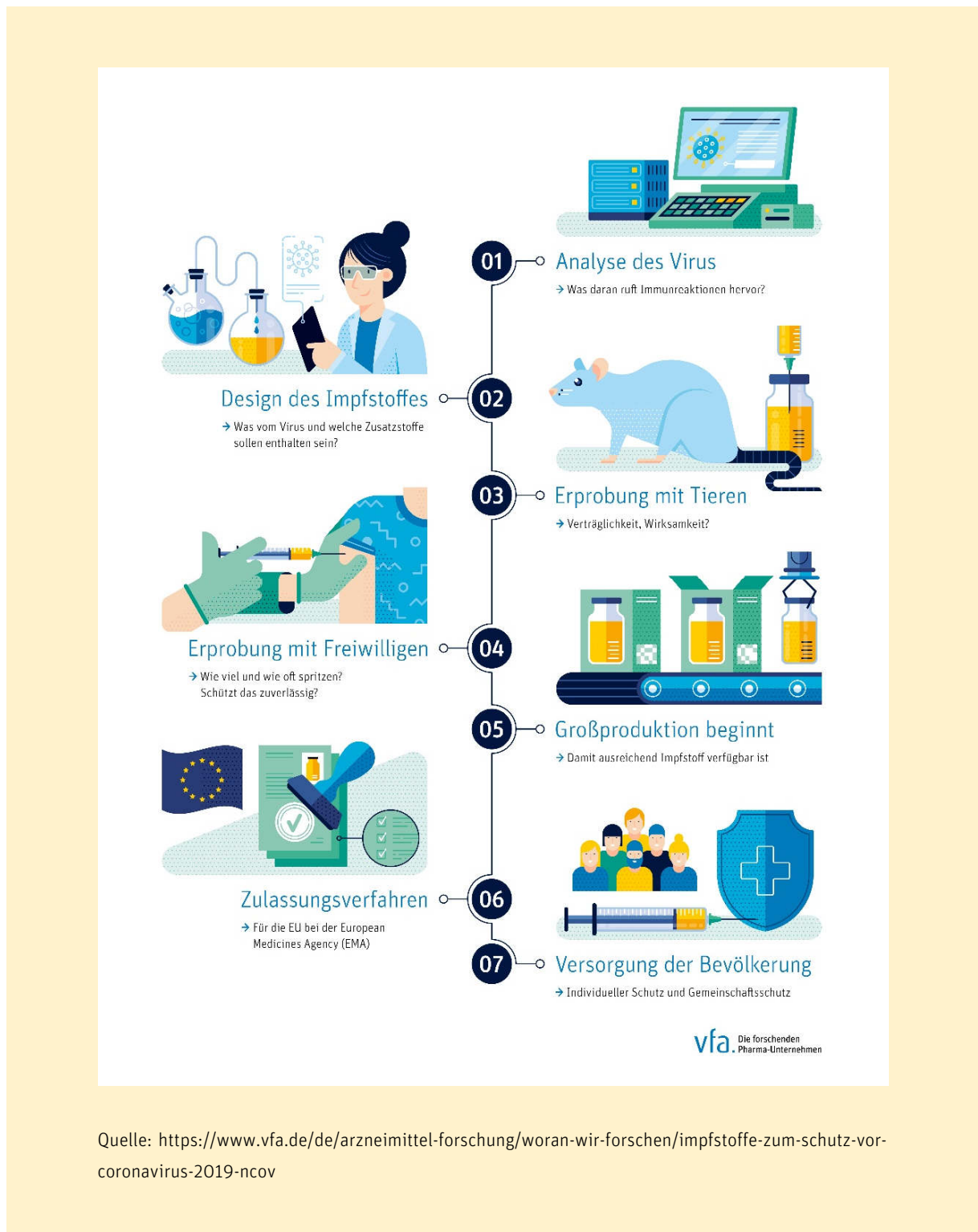
**Die Vernetzung von ungenutzter, gespenderter Rechenleistung von privaten PCs und Smartphones ermöglicht neue Erkenntnisse.**

Vielversprechend auch deshalb, weil DreamLab und das ICL jetzt aktuell daran arbeiten, das SARS-CoV-2-Virus zu besiegen.<sup>67</sup> Die gigantische Rechenkapazität der verbundenen Smartphones, Computer und Rechenzentren wird für ein Machine-Learning-System verwendet, um Milliarden Kombinationsmöglichkeiten von existierenden Medikamenten, Molekularverbindungen in Lebensmitteln, genetischen Mutationen und Interaktionen zu untersuchen. Noch lässt der Erfolg allerdings auf sich warten.

Auch andere Forschungslabore setzen KI-Systeme bei der Suche nach Impfstoffen ein, die aktiv eine Verbreitung des Virus im Körper stoppen könnten. Jedoch ist zu bedenken, dass selbst die aktuell maximal erreichbare Rechenleistung von Supercomputern für eine Fertigstellung der Berechnungen zu potenziellen Wirkstoffen noch vor einer stets drohenden Mutation des SARS-CoV-2-Virus nicht ausreichen wird. Denn es gibt unzählige Milliarden mögliche molekulare Komponenten, deren Wirksamkeit analysiert werden muss. Die Joint European Disruptive Initiative (JEDI) der European Moonshot Factory mit Sitz in Paris hat in seiner „#JEDI Covid 19 Grand Challenge“ sich dieser Aufgabe angenommen. So haben mehr als 130 Teams auf der ganzen Welt bereits heute mit Machine Learning 54 Milliarden Moleküle nach deren Struktur analysiert, was ein wichtiger Schritt hin zur Entwicklung von Wirkstoffen gegen das Virus ist.<sup>68</sup>

Konkrete Voraussetzung für die Impfstoffforschung ist jedoch die genaue Kenntnis über die DNA und den Aufbau des Virus. Nach den ersten, bruchstückhaften Erkenntnissen darüber erscheint der internationalen Forschungslandschaft gerade beim SARS-CoV-2-Virus die Hoffnung auf sogenannten mRNA-Vakzinen zu liegen. Solche Impfstoffe lösen die Immunreaktion im Körper selbst durch Ribonukleinsäuren (RNA) aus, denn die Zellen wehren sich durch „Programmierung“ gegen den Erreger.<sup>69</sup> Das funktioniert anders bei Totimpfstoffen (Pathogene), bei denen in jeweils kleinen Dosen der Erreger über einen längeren Zeitraum in den Körper geimpft wird und das Immunsystem gegen den Erreger „trainiert“ wird.<sup>70</sup> Der Vorteil von mRNA-Vakzinen ist es also, dass dieser anders als die herkömmlichen Vakzine weniger Nebenwirkungen evoziert, deutlich weniger Impfstoffmenge erforderlich macht und bei deutlich schnellerer Wirkung beim Einzelnen erfolgreich funktioniert.<sup>71</sup> Wenige Kilogramm mRNA-Wirkstoff könnten also ausreichen, um Millionen Menschen zu schützen, sind sich die Experten einig.<sup>72</sup> Dazu braucht es jedoch die Gensequenzierung des SARS-CoV-2-Virus, wobei erneut der Einsatz von KI-Systemen bei der Analyse und Berechnung der komplexen Genom-Sequenz hilfreich wäre. In öffentlichen Forschungsdatenbanken sind jedoch bislang nur einige wenige Gene des Virus veröffentlicht. Somit ist aktuell unklar, ob Unternehmen bereits eine vollständige Genomsequenzierung gelungen ist.

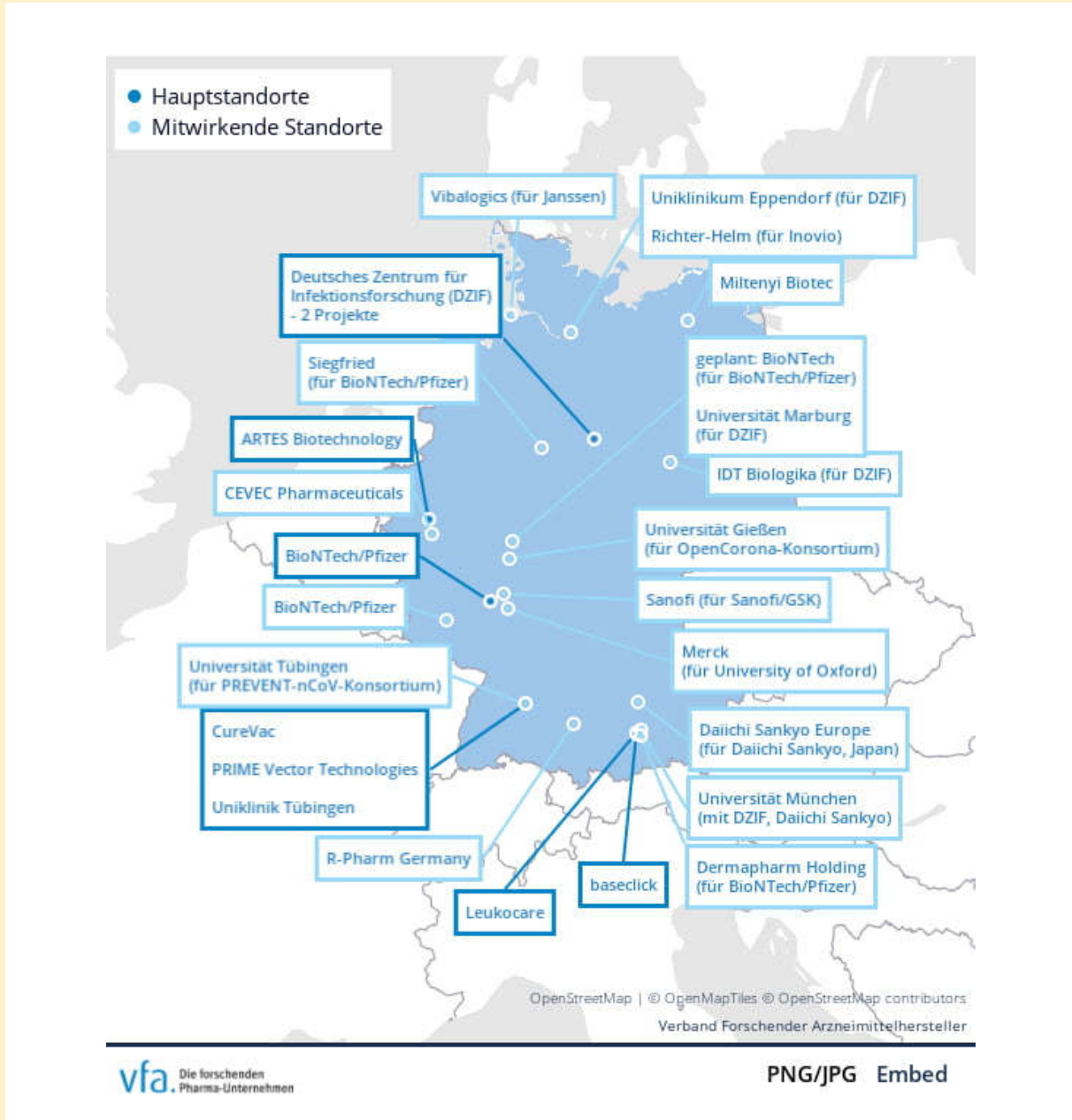
Abbildung 5: Die sieben Etappen der Impfstoffentwicklung



Quelle: <https://www.vfa.de/de/anzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov>



Abbildung 6: Deutsche Standorte für die Entwicklung und Produktion von COVID-19-Impfstoffen



Quelle: vfa Die forschenden Pharma-Unternehmen

Aktuell sind mehr als 198 Impfstoffkandidaten gegen das SARS-CoV-2-Virus der Öffentlichkeit bekannt gegeben worden.<sup>73</sup> Neben dem in seiner Wirksamkeit zweifelhaften Impfstoff aus russischen Laboren sind jetzt insgesamt zwei in der vierten Stufe, also der bei der Erprobung an Freiwilligen.<sup>74</sup> Dies ist ein bislang unglaublicher Geschwindigkeitsrekord, dauert es vom ersten Wirksamkeitsnachweis im Labor bis zur Impfung der Öffentlichkeit sonst Jahre, wenn nicht Jahrzehnte. Das Finden eines Vakzins wird nicht nur in der Boulevardpresse mit der Mondlandung verglichen: Es geht wie damals um einen internationalen Wettbewerb, um unglaublich hohe Investitionen und nicht zuletzt um Macht.

**Von mehr als 198 Impfstoffforschungsjahren weltweit erreichten zwei Phase III mit Rolling Review.**

Welche Mitbewerber global und mit welchen Methoden nach einem Vakzin gegen SARS-CoV-2 forschen und in welchem Grad KI-Anwendungen dabei zum Einsatz kommen bzw. bei diesen finalen Impfstoffkandidaten bereits zum Einsatz gekommen sind, muss an dieser Stelle offenbleiben. Einige Initiativen bündeln jedoch interdisziplinäres Wissen, Rechenleistung und Einzelergebnisse mittels KI-basierter Anwendungen.

### **3.3.1 Auswahl KI-basierter Vernetzungs- und Plattformangebote in der Vakzinforschung**

#### **Helmholtz Zentrum München**

Das Helmholtz Zentrum München (HMGU) beforscht in seinem Projekt RiPCoN mit französischen und spanischen Partnern die Identifikation bereits zugelassener Medikamente, die gegen SARS-CoV-2 helfen könnten. Hierzu müssen die Forscher herausfinden, welche molekularen Strukturen das Virus im menschlichen Körper auslöst. Mit dieser Information wird dann ein mathematisches Modell erstellt, das mithilfe von Maschinellem Lernen diejenigen Medikamente identifiziert, welche für die folgenden Labortests und Studien möglichst erfolgsversprechend erscheinen. In der zweiten Phase des Forschungsprojekts wird untersucht, wie genetische Varianten bei Menschen und Viren die Wirts-Virus-Interaktion beeinflussen. Diese Interaktion wirkt sich auf die Schwere der Erkrankung und damit die Behandlungsmöglichkeiten aus.<sup>75</sup>

### **COVID-19 OMICS Initiative**

Wie verändert das neue SARS-CoV-2-Virus seine Erbinformationen? Gibt es genetische Risikofaktoren, die die Infektionsgefahr erhöhen? An diesen Fragen arbeiten Genomforscher aus über 20 deutschen Instituten im Rahmen der COVID-19 OMICS Initiative. Ziel der Initiative ist die Bündelung von Expertise und Infrastruktur zur schnelleren Gensequenzierung von SARS-CoV-2. Umso häufiger diese Sequenzierungen durchgeführt werden, umso besser lassen sich Zusammenhänge erkennen: Hierzu werden verschiedene Methoden der Statistik und des Maschinellen Lernens angewandt.<sup>76</sup>

### **Universität Luxemburg**

Die COVID-19 Disease Map ist ein umfassender und standardisierter Wissensspeicher zu den molekularen Mechanismen von SARS-CoV-2. Eine breite Forschungsinitiative unter Leitung der Université du Luxembourg sammelt hierfür molekulare Interaktionsdiagramme. Diese wurden auf der Grundlage von einer Vielzahl von wissenschaftlichen Studien erstellt. Der Fokus hierbei liegt auf Wirt-Pathogen-Interaktionen.<sup>77</sup>

### **LifeTime-Initiative**

Life Time ist eine Forschungsinitiative führender europäischer Wissenschaftler aus Disziplinen wie Einzelzell-Biologie, Mathematik, Informatik, Pathologie, Bildgebung und Physik. Ziel des Forschungsverbunds ist es, den interdisziplinären Austausch über das grundlegende Verständnis des Genoms von SARS-CoV-2 zu gewährleisten. Hierfür werden relevante Daten und Ressourcen zur Erforschung des Virus gebündelt und Probensammlungen europaweit koordiniert und harmonisiert. Die Analyse und Identifizierung von Biomarkern soll des Weiteren auf der Grundlage der Einzelzellanalyse durch Methoden Maschinellen Lernens durchgeführt werden.<sup>78</sup>

### 3.3.2 Mit KI gegen die Pandemie – Überblick zu weiteren laufenden Projekten und Anwendungen

Projektname / Firma	Beschreibung	Fachgebiet	Link	Ort
quarano	Software zur digitalen Dokumentation von SARS-CoV-2-Infektionsfällen für Behörden	Epidemiologie / Public-Health	<a href="https://quarano.de/">https://quarano.de/</a>	Berlin
Aaron.ai	Sprachassistent nimmt Anrufe an, wenn Mitarbeiter nicht verfügbar sind, und klärt dabei die Dringlichkeit des Patienten.	Allgemeinmedizin	<a href="https://aaron.ai/">https://aaron.ai/</a>	Berlin
C-19 index	Bestimmung des Infektionsrisikos einer Person oder Personengruppe	Public Health	<a href="http://c19survey.closedloop.ai/">http://c19survey.closedloop.ai/</a>	Austin (Texas)
Algorithmische Überwachung von Intensivpatienten (ASIC)	Warn-App, die Vorboten eines akuten Lungenversagens erkennen kann	Intensivmedizin	<a href="https://bit.ly/3gINBl7">https://bit.ly/3gINBl7</a>	Aachen
Altoros	Kameras zur Temperaturmessung	Epidemiologie	<a href="https://www.altoros.com/">https://www.altoros.com/</a>	Pleasanton (Kalifornien)
e-bot7	Corona Chat-Bot	Informatik / Public-Health	<a href="https://e-bot7.de/">https://e-bot7.de/</a>	München
Folding@Home	Mit Folding@Home kann jeder Rechenkapazitäten für die Forschung bereitstellen.	Informatik	<a href="https://foldingathome.org/">https://foldingathome.org/</a>	Stanford University, CA, USA
DARVIS	Die Software des Unternehmens kann mithilfe optischer Sensoren erkennen, ob Schutzkleidung vollständig und richtig angelegt worden ist.	Hygiene	<a href="https://www.darvis.com/">https://www.darvis.com/</a>	Hamburg

## 4. Krise als Initialzündung zu KI-Forschung und Ermöglichung von Datensolidarität nutzen

Dem amerikanischen Präsidenten John F. Kennedy wird folgendes Zitat zugeschrieben: „In the Chinese language, the word ‚crisis‘ is composed of two characters, one representing danger and the other opportunity.“ (Übersetzt: Das Wort Krise setzt sich im Chinesischen aus zwei Schriftzeichen zusammen – das eine bedeutet Gefahr, das andere Gelegenheit.) Das Zitat findet häufig bei Coaching-Seminaren Verwendung. Dort heißt es dann: Eine als Krise erlebte Talsohle der Lebenswirklichkeit könne überwunden und die Schicksalsstunde auch als Chance für ein besseres Morgen verstanden werden.

**Die Künstliche Intelligenz galt schon vor der Krise als der große Hoffnungsträger.**

Sinologen weisen jedoch darauf hin, dass dieser von Kennedy geprägte Topos eher irreführend ist. Nicht die positive Konnotation des zweiten Wortbestandteils, der mit „Gelegenheit“ oder „Chance“ übersetzt wird, ist richtig, sondern eher die deutlich nüchternere Übersetzung mit „Wendepunkt“. Wenn also während der aktuellen Pandemie vielfach gefordert wird, die Corona-Krise müsse als Chance für die digitale Bildung, für die Wiederbelebung unserer Innenstädte, für ein Umdenken im Klimawandel, für die Work-Life-Balance, für die Mietpreisentwicklung etc. dienen, dann sollen wir glauben, die Krise sei doch für etwas gut, gut für ein besseres Morgen. Der gleiche Zukunftsoptimismus richtete sich vor der Krise auch an die Künstliche Intelligenz.

Im vorliegenden Papier konnte ein breites Spektrum zusammengetragen werden, wie diese Technologie heute schon tatsächlich hilft, obgleich die Krise global betrachtet mittels KI weder eingedämmt noch beendet ist. Die Krise, die „Bedrohung“, hält also an. Dass diese Aussage jedoch eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses (10. September 2020) ist, zeugt davon, wie begründet die Hoffnung in die Zukunftstechnologie Künstliche Intelligenz aber in der Tat ist.

Einen „Wendepunkt“ stellt die SARS-CoV-2-Pandemie indes ohne Zweifel dar: Für diejenigen, die nicht unmittelbar in Forschung und Versorgung tätig waren, die nicht unsere Gesellschaft ehrenamtlich oder professionell während der Anfangsphase der Pandemie stützten, stand die Welt zumindest gefühlt für ein paar Wochen still. Zurückgeworfen auf sich selbst erkannte jeder Einzelne, worum es eigentlich geht: Gesundheit, Mitmenschlichkeit, Freiheit und Selbstbestimmtheit. Durch die erzwungene Unterbrechung des profitgetriebenen Stakkatos unserer Lebenswirklichkeit stehen wir heute vor

der Herausforderung, die Digitalisierung und die mit ihr inflationär auftretenden Buzzwords – zu denen auch „KI“ und „4.0“ gehört – mithilfe unserer natürlichen Intelligenz auf den Prüfstand zu stellen.

Nicht zum Selbstzweck, sondern als Werkzeug wie Hammer und Pflug sind die digitalen Tools wirklich menschenfreundlich und hilfreich: Via Social Media unkompliziert Nachbarschaftshilfe organisieren, intersektoraler digitaler Wissenstransfer im Gesundheitssystem, die Lernplattform Mebis, die Videotelefonie mit den Großeltern – all diese Beispiele menschenfreundlicher Digitalisierung sind nun in allen Gesellschafts- und Altersschichten angekommen und die Wahrnehmungsgrenze zwischen (digitaler) Technologie und analoger Empfindung ist endlich überwunden. Die Krise also doch eher verstanden als „Chance“?

#### 4.1 Mehr Solidarität wagen

Es gibt unzählige Beispiele dafür, wie sich Menschen mittels Technik in der Notlage der Pandemie gegenseitig halfen, solidarisch waren im Ursinn des Wortes. „Solidarität“ verstanden als „die Gesinnung einer Gemeinschaft mit starker innerer Verbundenheit“ sei, so der Soziologe Alfred Vierkant, „das Zusammengehörigkeitsgefühl, das praktisch werden kann und soll.“<sup>79</sup> Was Solidarität wirklich zugrunde liegt ist also, dass Menschen grundsätzlich von anderen Menschen und deren Handlungen abhängig sind. Ob in der Arbeit, der Schule oder der Politik – alles ist durch diese Gegenseitigkeit bedingt. Konkret bedeutet Solidarität daher, für einander einzustehen und Vertrauen zu haben, dass einem geholfen wird, wenn man selbst in der Not ist.

**Solidarität ist das Zusammengehörigkeitsgefühl mit praktischer Komponente.**

„Wir sehen vieles im Land, was uns stolz macht: Nachbarn, die sich helfen, Schulkinder, die Einkäufe für ältere Menschen erledigen, und Familien, die zusammenrücken. Es gibt so vieles, was man selbst tun kann. Jetzt zeigt sich, ob wir eine solidarische Gesellschaft sind. Solidarisch ist aber nicht nur, dass wir für andere einkaufen. Sondern solidarisch ist, dass wir auch auf andere achten“, so der Bayerische Ministerpräsident, Dr. Markus Söder, in seiner Regierungserklärung vor dem Bayerischen Landtag am 20. April 2020.

Die solidarische Gesellschaft ist ein Ideal, dem wir in der Krisensituation näherkommen können. Standes-, schichten- und bildungsunabhängig sind wir alle gleichsam durch die Pandemie und von deren Folgen betroffen und miteinander auf Augenhöhe verbunden. Diese gegenseitige Bedingtheit kennt im Grunde keine nationalen Grenzen. Die Verbreitungswege des SARS-CoV-2-Virus zeigen dies genauso wie die hier angeführten internationalen Kooperationsinitiativen und der gelingende globale Wissenstransfer im Kampf gegen das Virus.

**Solidarität heißt auch, dass in Deutschland schwer Erkrankte aus dem Ausland behandelt werden.**

Kunst und Kultur vor Ort via Spenden durch Crowdfunding zu unterstützen, ist genauso Ausdruck von Solidarität wie auf europäischer Ebene der staatenübergreifende Patientenaustausch zur Nutzung gemeinsamer IntensivbetreuungsKapazitäten. Im April 2020 wurden beispielsweise allein in Deutschland mehr als 200 schwer Erkrankte aus den europäischen Nachbarländern behandelt.<sup>80</sup> Internationale Solidarität zeigt sich beispielsweise auch in den Bemühungen der UNICEF-Impfkampagne gegen SARS-CoV-2.<sup>81</sup> Obwohl noch keiner der sieben Impfstoffkandidaten auf dem Markt ist, ist es das Ziel dieser Kampagne, alle Staaten mit einer ausreichenden Menge von Vakzinen für dessen Bevölkerung zu versorgen. UNICEF wird nicht nur beim Ankauf der Impfstoffdosen, sondern auch bei der logistischen Verteilung eine wichtige Rolle spielen, ganz gleich, ob das Empfängerland ein ausreichendes BIP aufweisen kann oder nicht.<sup>82</sup> Wie bereits bei der Forschung zu Wirkstoffen erwähnt, greift auch die UNICEF für diese logistische Kraftanstrengung auf Künstliche Intelligenz bei der Verteilung sowie Produktion zurück.

Hier zeigt sich Solidarität im globalen Maßstab: Die, die können, helfen denen, die nicht können, im Vertrauen darauf, dass auch ihnen in Notlagen geholfen wird. Ist das schon die Entdeckung und Belebung eines neuen Wir-Gefühls? Stehen wir vor einer neuen Ära der selbstvergessenen Altruisten? Mitnichten. Die sogenannten Corona-Demonstrationen zeigen, dass die Krise zwar kollektiv empfunden sein mag, aber längst nicht kollektiv zu gleichen Schlussfolgerungen führt: Was ist mit den Maskenverweigerern? Was ist mit den Reichsbürgern? Was ist mit denen, die „Wir sind das Volk!“ rufen und „Ihr aber nicht!“ meinen? Wie lässt sich hier über Solidaritätskonzepte ernsthaft sprechen?

Heinz Bude, renommierter Soziologe aus Kassel, spricht bei diesen Phänomenen von den „Selbstbesorgten“ und der Tendenz des Rückzugs auf kleinere Einheiten, die auf Selbstvergewisserung und Selbstsicherheit aus sind.<sup>83</sup> Damit verbunden sei, führt er weiter aus, aber auch die Abkehr von neoliberalen Idealen, bei denen der starke, selbstoptimierte Einzelne das Vorbild war. „Die Gesellschaften fangen an, sich auf sich selber zu besinnen

und Solidaritätsräume zu definieren. [...] Es scheint so zu sein, als ob das Publikum in seiner großen Mehrheit auf so etwas gewartet hat, dass der Staat nach vorne geht und Solidarität fordert.“<sup>84</sup> Und die Mehrheit ist es, die sich an Hygienemaßnahmen hält und im Kleinen wie im Großen dem anderen Hilfe bietet. Es gehe, so Bude, auch gar nicht darum, bedingungslos zu geben, sondern zu teilen und gemeinsam an den großen Menschheitsfragen unserer Tage zu arbeiten.

Der „Wendepunkt“ scheint also in greifbarer Nähe zu sein – hin zum wir. Und diese globale Solidarität ist – und das hat der Überblick über die Wirksamkeit KI-basierter Anwendungen im Kampf gegen die Pandemie deutlich gemacht – auf die KI-Technologien insgesamt angewiesen: Datensolidarität ist das Stichwort der Stunde.

## 4.2 Datensolidarität

Künstliche Intelligenz ist im Grunde nichts anderes als die technologisierte, also in Algorithmen übersetzte Anwendung von Mathematik. Für die Rechenoperationen werden aber auswertbare Datenmengen benötigt, damit die Rechenoperationen durch Mustererkennung und Wahrscheinlichkeitsrechnung mit und von ihnen automatisiert lernen können. Diese Datenmengen werden weltweit jeden Tag, jede Sekunde erzeugt wie etwa Körpertemperatur, Blutwerte, EKG und Röntgenbilder etc. Die Datensammlungen in Krankenhäusern, Arztpraxen, Krankenkassen, Forschungslaboren und nicht zuletzt in Wirtschaft und Handel werden erhöht durch immer mehr Daten aus unserer privaten Nutzung von Wearables und anderen Fitness-Trackern. Diese kollektiv gesammelten Daten könnten der Forschung helfen, aber ihr Potenzial bleibt vielfach ungenutzt. Obwohl die Digitalisierung längst die Voraussetzungen für umfassende Datenerfassung, -speicherung und -verarbeitung im Gesundheitswesen geschaffen hat und es in der Medizin keinen wirklichen Datenmangel gibt, fehlen für die erhofften Quantensprünge in Wissenschaft und Forschung oftmals die „richtigen“ Datensamples. Wenn unsere Gesundheitsdaten einem anderen helfen können, weil KI-basierte Anwendungen Lösungen unbekanntes Ausmaßes hervorbringen können, dürfen sie dann zurückgehalten werden? Anders gewendet: Ist es nicht solidarisch, Daten für Forschung und Wissenschaft und damit dem allgemeinen Wohl zur Verfügung zu stellen?

**Kollektiv gesammelte Daten könnten der Forschung helfen, aber ihr Potenzial bleibt vielfach ungenutzt.**



**(Gesundheits-)Daten sollten gemeinwohlorientiert als kollektive Güter begriffen werden.**

Die als kollektiv erlebte Krise ist doch schon jetzt als gesellschaftlicher „Wendepunkt“ insofern sichtbar, dass neben einer neuen Akzeptanz von einem Mehr an Staatlichkeit auch kollektiv die Notwendigkeit von kollektiven Gütern erkannt wird, die nicht privatwirtschaftlich rentabel hergestellt werden können: Masken zum Beispiel. Überhaupt wächst das öffentliche Bewusstsein für die Segnungen unseres Sozial- und Gesundheitssystems. Das Momentum gilt es zu nutzen und (Gesundheits-)Daten sollten gemeinwohlorientiert als kollektive Güter begriffen werden. Durch staatlich initiierte Förder- und Forschungsstrukturen könnten nicht nur die Infrastruktur geschaffen, sondern auch die Akzeptanz in der Bevölkerung für Datensolidarität befördert werden. Es gibt bereits viele Überlegungen, wie die (Gesundheits-)Daten für den Einsatz von KI-basierten Anwendungen gesammelt, ausgewertet und verarbeitet werden können. Das wird uns langfristig unabhängig machen können von neoliberalen Plattformkapitalisten aus dem Silicon Valley bzw. den staatskapitalistischen Überwachungsindustrien Chinas.

Was aber sind diese Daten, die hier solidarisch mit der Gemeinschaft geteilt werden sollen? Zunächst empfiehlt es sich, Daten, Informationen und Wissen zu unterscheiden. Daten sind verschiedene Symbole und Zeichen, deren Bedeutung nur durch dessen Kontext klar wird.<sup>85</sup> Informationen hingegen sind verknüpfte Daten, diese stellen beispielsweise Kenntnisse über konkrete Sachverhalte dar. Informationen sind in sich abstrakt und dichotom, also relevant oder nicht relevant. Bei Wissen handelt es sich um gesammelte Informationen, auf Grundlage derer es etwa möglich ist, Probleme zu lösen. Allgemein gilt, umso mehr Daten gesammelt werden, umso mehr Erkenntnisse, also Informationen, lassen sich daraus gewinnen. Daten, die sich nicht interpretieren, also kontextualisieren lassen, sind somit wertlos. Datenhoheit kann man also nicht mit dessen Besitz gleichsetzen. Die Datenhoheit hat daher nur, wer die Daten „besitzt“ und diese Daten dann auch im nächsten Schritt auswerten kann.<sup>86</sup>

Eine wichtige Unterscheidung, die beim Gebrauch forschungsrelevanter Daten gemacht werden muss, ist die Art der Daten. Hierbei wird in Gesundheitsdaten, biometrische Daten, genetische Daten und personenbezogene Daten differenziert. Gesundheitsdaten sind nach Art. 4 Nr. 15 DSGVO jene personenbezogenen Daten, die sich auf die körperliche oder geistige Gesundheit einer natürlichen Person einschließlich der Erbringung von Gesundheitsdienstleistungen beziehen und aus denen Informationen über deren Gesundheitszustand hervorgehen. Diese sehr allgemein gehaltene Formulierung wird noch um weitere Regularien ergänzt: So gibt es alleine auf Bundesebene das Bundesdatenschutzgesetz, das Sozialgesetzbuch, das IT-Sicherheitsgesetz, die digitale Gesundheitsanwendungen Verordnung

(DiGAV), die Leitlinien des Bundesamts für Informationssicherheit sowie das Infektionsschutzgesetz.<sup>87</sup> Nun stellt sich die berechtigte Frage: Wie können medizinische Daten aufgrund der Vielzahl von Regulationen überhaupt noch erfasst werden? Verschärft wird die Situation noch durch die Feststellung, dass die Besitzer unserer Gesundheitsdaten aktuell in den seltensten Fällen wir selbst sind. Die Frage nach der individuellen Datenhoheit mündet in die noch größere Frage, wem überhaupt die Daten unserer digitalen Gesellschaft gehören? Im Dickicht dieser nicht nur juristisch, politisch und gesellschaftlich hochkomplexen Gemengelage, der Gutachten und Gegengutachten sowie immer neuer nationaler und supranationaler Regularien und deren Novellierungen droht sich die Idee einer Datensolidarität zu verlieren. Ausgerechnet die SARS-CoV-2-Krise könnte jedoch wieder Klarheit schaffen – bietet sie doch neben „Bedrohung“ auch „Wendepunkt“.

„Wendepunkt“ in Richtung Datensolidarität könnte bereits beispielsweise mit der Erfahrung Corona-Datenspende-App des Robert-Koch-Instituts erreicht worden sein, mit deren Hilfe mehr als 500.000 Menschen in Deutschland überzeugt werden konnten, ihre Vitalparameter für die Forschung zu spenden.<sup>88</sup> Wenn es in diesem Fall der aktuellen Pandemiebekämpfung gelang, binnen kürzester Zeit und im Einklang mit geltenden Datenschutzbestimmungen massenhaft valide Daten für Forschungszwecke zu erheben und auszuwerten, ist dies für ein Zeitalter der Datensolidarität wegweisend. Datenspende für ein solidarisches Miteinander! Denn es lässt sich daraus eine Erfolgsverbindung, quasi ein Heilmittel ableiten: Solidarität, Akzeptanz durch Transparenz, allgemeinwohlorientierter und wertegeleiteter Ansatz (value by design) bereits bei der Entwicklung der KI-Anwendungen sowie die Verbindung von Datensicherheit und Datenhoheit. Nur so werden Patienten langfristig bereit sein, ihre Daten der Forschung zu Verfügung zu stellen.

**„Wendepunkt“ in Richtung Datensolidarität hat die Corona-Datenspende-App des Robert-Koch-Instituts eingeläutet.**

### 4.3 Zeit zu handeln!

Das jedoch kann nur ein flüchtiges Zwischenergebnis sein. Es braucht eine breite interdisziplinäre und empirische Erforschung des Konzepts der Datensolidarität und einen interdisziplinären integrativen Forschungsansatz, um grundlegende Fragen zu klären:

- Wie kann Datenhoheit für den Einzelnen wiedergewonnen werden?
- Welche Interessenskonflikte entstehen zwischen Datenerhebungs- und Datenauswertungsprozess?
- Wie kann das Problem unzureichender Pseudonymisierung gelöst werden?
- Welche Maßnahmen helfen gegen einen sogenannten algorithmic bias, also gegen eine gewisse Voreingenommenheit der KI-basierten Anwendungen?
- Wie kann eine sichere, aber auch interoperable Datenmenge für Forschung und Wissenschaft nutzbar gemacht werden?

**Bayern investiert massiv in die Grundlagenforschung von Künstlicher Intelligenz.**

Bayern tut daher gut daran, massiv in die Grundlagenforschung von KI zu investieren, die alsbald auch Antworten auf diese Fragenkomplexe zeitigen wird. Beispielgebend hat sich die Medizininformatik-Initiative, ein Förderprojekt des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, das Ziel gesetzt, dass Forschung und Versorgung in Deutschland näher zusammenrücken. Sie setzt sich für verbesserten Datenaustausch sowie eine Optimierung der Datenerhebungsprozesse durch einheitliche Standards ein.<sup>89</sup> Dazu hat das Konsortium zusammen mit der Datenschutzkonferenz erst im April 2020 ein Verfahren zur rechtssicheren Datenerhebung und zum Datenaustausch entwickelt: Die innerhalb des Konsortiums erhobenen Gesundheitsdaten können nach Einwilligung der Patienten zwischen den beteiligten Universitätskliniken und weiteren Partnern unter strengen Auflagen für klinische und biomedizinische Forschung zur Verfügung gestellt werden.<sup>90</sup> Es ist möglich, trotz hoher datenschutzrechtlicher Standards Daten zu erheben und im Sinne der Wissenschaft zu nutzen.

Das Beispiel der German-Biobank Node zeigt, dass die Arbeit mit medizinischen Proben und der Austausch von dadurch gewonnenen Daten unter aktuellen Datenschutzstandards möglich sind.<sup>91</sup> So sind Menschen bereit, dafür ihre Bioproben der Wissenschaft zu spenden. Nichts anderes hat es mit einer Datenspende auf sich. Es kommt also auf digitale Teststrecken an.

„Wendepunkt“ könnte insofern auch für Bürokratie und Politik erreicht sein, nun mit Verve solche Teststrecken auch weiterhin politisch zu gestalten. Bayern zeigt, wie es geht: Neben der starken Investitionstätigkeit in Grundlagenforschung ist es wichtig, dass dieses aggregierte wissenschaftliche Wissen ökonomisch nutzbar gemacht werden kann. Schon vor der Krise gelang der Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Er wird durch die Erfahrungen mit der Krise noch besser und schneller als bisher gelingen. Erfolge in der Vernetzung brachten schon in der Vergangenheit eine starke bayerische Start-Up-Szene hervor. Einige hier angeführte KI-basierte Anwendungen aus Bayern versprechen auch für die Zukunft diesen erfolgreichen Weg fortzusetzen.

Fachkräftemangel, Integration von Informatikkenntnissen in Universitätsstudienrichtungen aller Art – allen voran im Pharmazie- und Medizinstudium –, Ausbau von Medizininformatikclustern, Einführung digitaler Anwendungen in die Regelversorgung und deren Finanzierbarkeit und immer wieder die Behebung des eklatanten Datenmangels sind Optimierungsfelder, die bereits vor der Krise bekannt waren, nun aber virulent werden.

Vor allem das Letztere ist wichtig: Die Analyse der aktuellen Nutzung von KI in der Pandemielage bietet vordringlich dasselbe Bild: Es gibt viele tragfähige und zukunftsweisende Ideen wie beispielsweise die Analyse von Stimmproben, aber es gibt nicht genug einheitliche Daten. Im internationalen Vergleich zeigt sich das deutsche und europäische Desiderat: Die Vereinigten Arabischen Emirate haben als erstes Land der Welt ein Ministerium für Künstliche Intelligenz geschaffen, die chinesische Hafenstadt Tianjin will 16 Milliarden US-Dollar in KI investieren.<sup>92</sup>

Mit dem Menschen im Mittelpunkt und ausgerichtet auf die Perspektive des Gemeinwohls muss die Politik in Zukunft die Infrastruktur ermöglichen, dass Datensätze konsistent und interoperabel erhoben werden können. Neben der Etablierung von Forschungs- und Teststrecken muss jetzt die Zeit der Umsetzung folgen. Im vorliegenden Papier wurden genügend Beispiele zusammengetragen, die die heutigen Möglichkeiten von KI deutlich machen. In China wird der CT-Scan heute obligatorisch in der Diagnose von SARS-CoV-2 erfolgreich eingesetzt, in Deutschland hingegen nur in einigen Kliniken getestet. Dass der Einsatz von KI-Anwendungen gegen die Pandemie dort erfolgreich ist, sollte die Dringlichkeit betonen, die eigenen Datenstandards anzuwenden, um sich in Zukunft nicht weiter abhängig machen zu müssen.

**Die Politik muss die Infrastruktur für die Erhebung von Datensätzen schaffen.**

Die Frage der digitalen Souveränität gilt es daher genauso multiperspektivisch und interdisziplinär zu untersuchen wie die Frage der Datensolidarität. Die Akademie für Politik und Zeitgeschehen der Hanns-Seidel-Stiftung wird beide Themen 2021 angehen.

„Bedrohung“ und „Wendepunkt“ ist die Entsprechung der beiden chinesischen Schriftzeichen für das deutsche Wort Krise. Wenn „Wendepunkt“ per se nicht gleich „Chance“ ist, so ist es doch das Momentum und dieses müssen politische Entscheider jetzt nutzen. Der Wille zur Datensolidarität ist in der Bevölkerung vorhanden. Der Startschuss zu einer umfassenden Grundlagenforschung für KI-basierte Anwendungen nicht nur im Gesundheitswesen ist laut vernehmlich gegeben. Die hier zusammengetragenen Anwendungsbeispiele zeigen, wie Künstliche Intelligenz in der Pandemie auch in Europa, Deutschland und Bayern schon hilft, und sie belegen, dass aus Hoffnung Realität werden kann.

///

## Anmerkungen

- 1 Siehe hierzu De La Mettrie, J.: L'Homme Machine, o. O. 1748.
- 2 Vgl. auch zum Folgenden Rückert, M.: The Next Big Thing – Die Zukunft christlich-sozialer Digitalpolitik, in: 75 „Enthüllungen über eine Partei“ – Was Sie über die CSU wissen sollten, hrsg. von R. Höpfinger, München 2020, S. 319-322.
- 3 Die WHO weist die Zahlen täglich neu aus: hier Stand 10.9.2020, 14 Uhr; <https://covid19.who.int/>
- 4 Rückert, M. / Pförringer, D. (Hrsg.): Bei bester Gesundheit? Deutschlands E-Health im Check-Up – Zukunftsplattform Bayern: Digitales Gesundheitswesen 2020 (= Argumente und Materialien zum Zeitgeschehen 109, hrsg. von der Hanns-Seidel-Stiftung), München 2018.
- 5 Vgl. WirvsVirus. <https://wirvsvirus.org/>
- 6 Thelen, F.: Jetzt startet die größte Revolution der Menschengeschichte, in: FOCUS Online, 8.9.2020; [https://www.focus.de/finanzen/experten/gastbeitrag-von-frankthelen-die-digitalisierung-war-erst-der-anfang-jetzt-startet-die-groesste-revolution-der-menschheitsgeschichte\\_id\\_12031225.html](https://www.focus.de/finanzen/experten/gastbeitrag-von-frankthelen-die-digitalisierung-war-erst-der-anfang-jetzt-startet-die-groesste-revolution-der-menschheitsgeschichte_id_12031225.html)
- 7 Vgl. Morozow, E.: To Save Everything, Click Here: The Folly of Technological Solucionism, New York 2013.
- 8 Vgl. Eco: <https://www.eco.de/presse/neue-eco-studie-untersucht-wirtschaftspotenziale-von-kuenstlicher-intelligenz-13-prozent-hoeheres-bip-bis-2025-moeglich/>
- 9 Vgl. Eco: <https://www.eco.de/kuenstliche-intelligenz-potenzial-und-nachhaltige-veraenderung-der-wirtschaft-in-deutschland/#download>
- 10 Vgl. Statista-Dossier: Industrieroboter weltweit; <https://de.statista.com/statistik/studie/id/7649/dokument/industrieroboter-statista-dossier-2012/>
- 11 Vgl. Fraunhofer ISI 2016, S. 58. Die wichtigsten fünf nationalen Märkte (China, USA, Deutschland, Japan und Südkorea) sind für etwa 70 Prozent des weltweiten Umsatzes mit Industrierobotern verantwortlich.
- 12 Vgl. Weg ohne Ziel? Wie Deutschland ein Spitzenstandort für Künstliche Intelligenz werden kann; [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-90/Accenture-Weg-Ohne-Ziel-Studie.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-90/Accenture-Weg-Ohne-Ziel-Studie.pdf#zoom=50)
- 13 [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch_en); [https://www.ai4belgium.be/wp-content/uploads/2019/04/report\\_en.pdf](https://www.ai4belgium.be/wp-content/uploads/2019/04/report_en.pdf); [https://f98cc689-5814-47ec-86b3-db505a7c3978.filesusr.com/ugd/7df26f\\_27a618cb80a648c38be427194affa2f3.pdf](https://f98cc689-5814-47ec-86b3-db505a7c3978.filesusr.com/ugd/7df26f_27a618cb80a648c38be427194affa2f3.pdf); [http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap\\_47\\_2017\\_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap_47_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y); <https://www.ki-strategie->

deutschland.de/home.html; [https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch/lat-via-ai-strategy-report\\_en](https://ec.europa.eu/knowledge4policy/ai-watch/lat-via-ai-strategy-report_en); <https://www.government.nl/documents/reports/2019/10/09/strategic-action-plan-for-artificial-intelligence>; <https://www.bmk.gv.at/themen/innovation/publikationen/ikt/ai/aimat.html>; [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence\\_de](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/excellence-trust-artificial-intelligence_de); [https://www.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/hightech\\_agenda\\_bayern.pdf](https://www.bayern.de/wp-content/uploads/2019/10/hightech_agenda_bayern.pdf)

- <sup>14</sup> Vgl. WIPO: WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence, Genf 2019.
- <sup>15</sup> Vgl. Nationale Strategie für Künstliche Intelligenz; [https://www.bmbf.de/files/Nationale\\_KI-Strategie.pdf](https://www.bmbf.de/files/Nationale_KI-Strategie.pdf)
- <sup>16</sup> Vgl. Raymond, P. / Shoham, Y. / Brynjolfsson, E. u. a.: The AI Index 2019 Annual Report, AI Index Steering Committee, Human-Centered AI Institute, Stanford University, Stanford, CA, December 2019.
- <sup>17</sup> Vgl. vbw: Künstliche Intelligenz; [https://vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/Position-KI-Januar-2019\\_kurz\\_final.pdf](https://vbw-bayern.de/Redaktion/Frei-zugaengliche-Medien/Abteilungen-GS/Wirtschaftspolitik/2019/Downloads/Position-KI-Januar-2019_kurz_final.pdf)
- <sup>18</sup> Vgl. Hightech Agenda Bayern; <https://www.bayern.de/hightech-agenda-bayern/>
- <sup>19</sup> Vgl. Fries, C.: Der erste deutsche Infizierte, in: Süddeutsche.de; <https://www.sueddeutsche.de/bayern/coronavirus-deutschland-erster-infizierter-1.4979398?reduced=true>
- <sup>20</sup> Vgl. Naudé, W.: Intelligente Eindämmungsstrategien gegen Covid-19: Die Rolle von Künstlicher Intelligenz und Big Data, in: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, Bd. 21, Heft 3, 13.5.2020.
- <sup>21</sup> Vgl. Bogoch, I. I. / Oliver, J. B. / Kraemer, M. u. a.: Anticipating the international spread of Zika virus from Brazil, in: The Lancet, 10016/2016.
- <sup>22</sup> Vgl. Frederking, A. / Krumm, S. / Schaaf, S. / Schürholz, M.: Anwendung Künstlicher Intelligenz in der Medizin, herausgegeben von G. Zinke, Institut für Innovation und Technik (iit) in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin 2019.
- <sup>23</sup> Vgl. Malek, N. P.: Personalisierung in der Medizin der Zukunft: Chancen und Risiken, in: Der Internist 58, Nr. 7 (Juli 2017), S. 650-656.
- <sup>24</sup> Vgl. Ahmad, A. / Aryal, S. / Manandhar, I. u. a.: Artificial Intelligence and Machine Learning to Fight COVID-1. Physiological Genomics 52, Nr. 4/2020, S. 200-202.
- <sup>25</sup> Vgl. Cook, G. / Goh, V.: What Can Artificial Intelligence Teach Us about the Molecular Mechanisms Underlying Disease?, in: European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging 46, Nr. 13 (Dezember 2019), S. 2715-2721.
- <sup>26</sup> Vgl. Hill, J.: Mit KI und Big Data wird die Medizin smart und personalisiert, in: Computerwoche, 3.12.2018; <https://www.computerwoche.de/a/mit-ki-und-big-data-wird-die-medizin-smart-und-personalisiert>

- 27 Vgl. DeCaprio, D. u. a.: Building a COVID-19 Vulnerability Index.
- 28 Vgl. Boman, M. / Gillblad, D.: Learning machines for computational epidemiology, in: 2014 IEEE International Conference on Big Data (Big Data), 1-5, 2014.
- 29 Vgl. Miner, A. S. / Laranjo, L. /Kocaballi, A. B.: Chatbots in the fight against the COVID-19 pandemic, in: Npj Digit Med 3, 65/2020.
- 30 Vgl. RWTH Aachen, Intensivmedizin: Neue App warnt vor akutem Lungenversagen, 21. Juli 2020; <https://www.ukaachen.de/alle-beitraege-aus-news/news/artikel/intensivmedizin-neue-app-warnt-vor-akutem-lungenversagen.html>
- 31 Vgl. Bogoch, I. I., / Watts, A. / Bachli, A. T. u. a.: Pneumonia of unknown aetiology in Wuhan, China: potential for international spread via commercial air travel, in: Journal of Travel Medicine 2/2020, taaa008.
- 32 Vgl. Konecny, J.: Künstliche Intelligenz, Daten und die Medizin in Zeiten von Corona, Gehirn & KI, SciLogs – Wissenschaftsblogs, in: Gehirn & KI, 16.4.2020; <https://scilogs.spektrum.de/gehirn-und-ki/kuenstliche-intelligenz-daten-und-die-medizin-in-zeiten-von-corona/>
- 33 Vgl. Blue Dot; <https://bluedot.global/products/>
- 34 Weitere Informationen unter <https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/smics-smarte-software-gegen-sars-cov-2-11471.php>
- 35 Vgl. Tagesschau: FAQ: So funktioniert die Corona-Warn-App, in: tagesschau.de, 27.7.2020; <https://www.tagesschau.de/inland/faq-corona-tracing-app-103.html>
- 36 Siehe auch <https://www.pepp-pt.org/>
- 37 Siehe auch <https://cyoss.com/de/blog/a/2071/datengetriebene-entscheidungsunterstuetzung-fuer-die-corona-krise>
- 38 Vgl. WDR: Coronavirus: „Superspreader“ sind entscheidend, in: tagesschau.de; <https://www.tagesschau.de/inland/superspreader-101.html>
- 39 Siehe auch <https://www.dfki.de/web/news/detail/News/sis-app/>
- 40 Vgl. Elie, A. / Duda, S. / Solo, K. u. a.: Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis, in: The Lancet, 395/2020, S. 1973-1987.
- 41 Vgl. [https://www.logivations.com/de/pdf/2020\\_04\\_PM\\_Arbeitsschutz.pdf](https://www.logivations.com/de/pdf/2020_04_PM_Arbeitsschutz.pdf)
- 42 Vgl. <https://neohelden.com/de/use-cases/krisenkommunikation/>
- 43 Vgl. <https://www.scs.fraunhofer.de/de/referenzen/face.html>
- 44 Vgl. <https://coronotes.de/de/>
- 45 Weitere Informationen und aktueller Sachstand <https://www.helmholtz-hzi.de/de/forschung/forschungsprojekte/ansicht/projekt/detail/coresma/>



- <sup>46</sup> Vgl. An der Heiden, M. / Buchholz, U.: Modellierung von Beispielszenarien der SARS-CoV-2 Epidemie 2020 in Deutschland; [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Modellierung\\_Deutschland.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Modellierung_Deutschland.pdf?__blob=publicationFile)
- <sup>47</sup> Vgl. DFKI: Wie wirksam sind Kontaktbeschränkungen zur Bekämpfung von Corona?; <https://www.dfki.de/web/news/detail/News/pandemie-simulation/>
- <sup>48</sup> Vgl. Römer, G.: Lysosomale Speicherkrankheit, in: DocCheck Flexikon; [https://flexikon.doccheck.com/de/Lysosomale\\_Speicherkrankheit](https://flexikon.doccheck.com/de/Lysosomale_Speicherkrankheit)
- <sup>49</sup> Vgl. Sieg, A. L. / Anhib, M. / Muschol, N. M. u. a.: Künstliche Intelligenz zur diagnostischen Unterstützung ausgewählter seltener lysosomaler Speichererkrankungen: Ergebnisse einer Pilotstudie, in: Klin Padiatr., 2019 Jan 10, doi: 10.1055/a-0816-568
- <sup>50</sup> Vgl. Sokolov, D. in: Heise online. Künstliche Intelligenz diagnostiziert COVID-19 anhand von CT, 16.4.2020; <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Kuenstliche-Intelligenz-diagnostiziert-COVID-19-anhand-von-CT-4703340.html>
- <sup>51</sup> Vgl. Mei, X. / Lee, H. / Diao, K. u. a.: Artificial intelligence-enabled rapid diagnosis of patients with COVID-19, in: Nat Med 26/2020, S. 1224-1228.
- <sup>52</sup> Vgl. Christian Drosten empfiehlt Ende der kostenlosen Corona-Tests, in: Zeit online; <https://www.zeit.de/zustimmung?url=https%3A%2F%2Fwww.zeit.de%2Fwissen%2F2020-08%2Fberlin-christian-drosten-kostellose-corona-tests-flughaefen-testkapazitaeten>
- <sup>53</sup> Vgl. WikiZero; <https://www.wikizero.com/de/Mustererkennung>
- <sup>54</sup> Vgl. <https://www.audeering.com/>
- <sup>55</sup> Vgl. <https://www.iccas.de/>
- <sup>56</sup> Vgl. [https://www.uni-jena.de/200414\\_KI\\_Covid19](https://www.uni-jena.de/200414_KI_Covid19)
- <sup>57</sup> Vgl. <https://www.smart-reporting.com/de/>
- <sup>58</sup> Vgl. <https://cord19.cdv.demo.dataxis.com/>
- <sup>59</sup> Weitere Informationen und aktueller Sachstand <https://sfb876.tu-dortmund.de/auto?temp=public&self=%24fzormz9c0>
- <sup>60</sup> Weitere Informationen und aktueller Sachstand: <https://nachrichten.idw-online.de/2020/07/09/kuenstliche-intelligenz-im-kampf-gegen-das-coronavirus-forschungsprojekt-der-uniklinik-und-technischen-hochschule-uhl/?groupcolor=1>
- <sup>61</sup> Vgl. AlphaFold: Using AI for scientific discovery; <https://www.deepmind.com/blog/article/AlphaFold-Using-AI-for-scientific-discovery>
- <sup>62</sup> Vgl. Max-Planck-Gesellschaft: Proteinfaltung; <https://www.mpg.de/21261/Proteinfaltung>
- <sup>63</sup> Vgl. Venturebeat: Deepmind's AlphaFold wins CASP13 protein-folding competition; <https://venturebeat.com/2018/12/03/deepminds-alphafold-wins-casp13-protein-folding-competition/>

- <sup>64</sup> Vgl. Merkert, P. in: Heise online. Deepmind-KI faltet Proteine; <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Deepmind-KI-faltet-Proteine-4243731.html>
- <sup>65</sup> Vgl. Veselkov, V. / Gonzalez, G. / Aljifri, S. u. a.: HyperFoods: Machine intelligent mapping of cancer beating molecules in foods, in: Sci Rep 9/2019, 9237; <https://www.nature.com/articles/s41598-019-45349-y>
- <sup>66</sup> Vgl. Van Dorn, A.: The Dream Lab, in: The Lancet Oncology 2/2016, doi: 10.1016/s1470-2045(16)00033-4, S. 150.
- <sup>67</sup> Vgl. Baumann, J.: Vodafone DreamLab-App unterstützt die Corona-Forschung; <https://www.vodafone.de/featured/inside-vodafone/gute-nacht-covid-19-mit-der-dreamlab-app-beschleunigt-du-die-corona-forschung-im-schlaf/#/>
- <sup>68</sup> Vgl. JEDI: Major Milestone for the JEDI COVID19 Grandchallenge: The first European DARPA-Type Challenge; <https://jedi.group/wp-content/uploads/JEDI-Stage1Completed30072020.pdf>
- <sup>69</sup> Vgl. Thess, A. / Grund, S.: Biotechnologie 2.0 – Impfstoffe und Medikamente auf Basis von mRNA, in: BIOSpektrum, 5/2014.
- <sup>70</sup> Vgl. Antwerpes, F.: Totimpfstoff, in: DocCheck Flexikon; <https://flexikon.doccheck.com/de/Totimpfstoff>
- <sup>71</sup> Vgl. Schuster, N.: mRNA-Vakzine: Impfen mit Genen, in: Avoxa – Mediengruppe Deutscher Apotheker GmbH; <https://www.pharmazeutische-zeitung.de/ausgabe-212018/impfen-mit-genen/>
- <sup>72</sup> Vgl. Zylka-Menhorn, V. / Grunert, D.: Genbasierte Impfstoffe: Hoffnungsträger auch zum Schutz vor SARS-CoV-2, in: Deutsches Ärzteblatt, 22.5.2020; <https://www.aerzteblatt.de/archiv/214122/Genbasierte-Impfstoffe-Hoffnungstraeger-auch-zum-Schutz-vor-SARS-CoV-2>
- <sup>73</sup> Stand 29.10.2020. Vgl. <https://www.who.int/publications/m/item/draft-landscape-of-covid-19-candidate-vaccines>
- <sup>74</sup> Vgl. <https://www.vfa.de/de/arzneimittel-forschung/woran-wir-forschen/impfstoffe-zum-schutz-vor-coronavirus-2019-ncov>
- <sup>75</sup> Weitere Informationen unter <https://www.helmholtz-muenchen.de/inet/service/news/news-detail/article/47217/index.html>
- <sup>76</sup> Vgl. <https://decoi.eu/>
- <sup>77</sup> Vgl. <https://covid.pages.uni.lu/>
- <sup>78</sup> Vgl. <https://lifetime-fetflagship.eu/covid-19/>
- <sup>79</sup> Vgl. Hondrich, K. O. / Koch-Arzberger, C.: Solidarität in der modernen Gesellschaft, Frankfurt am Main 1994.

- <sup>80</sup> Vgl. ntv: Bund zahlt Behandlung von EU-Ausländern; <https://www.n-tv.de/politik/Bund-zahlt-Behandlung-von-EU-Auslaendern-article21725547.html>
- <sup>81</sup> Vgl. Deutschlandfunk: Unicef koordiniert Impfkampagne gegen Covid-1; [https://www.deutschlandfunk.de/covid-19-unicef-koordiniert-impfkampagne-gegen-covid-19.2932.de.html?drn:news\\_id=1169121](https://www.deutschlandfunk.de/covid-19-unicef-koordiniert-impfkampagne-gegen-covid-19.2932.de.html?drn:news_id=1169121)
- <sup>82</sup> Zu Verteilungsproblematik aktuell sehr lesenswerter Beitrag: Cassel, D. / Heigl, A. / Jäcker, A. / Ulrich, V.: Impfstoff für alle – doch wie soll das gehen?, Probleme der Verfügbarkeit und Verteilung von Covid-19-Impfstoffen, in: Recht und Politik im Gesundheitswesen 26/3, 2020, S. 55-71.
- <sup>83</sup> Vgl. Bude, H.: Solidarität – Die Zukunft einer großen Idee, München 2020.
- <sup>84</sup> Vgl. Soziologe Heinz Bude zu Corona – „Solidarität ist heute etwas, worauf wir alle angewiesen sind“: in: Deutschlandfunk Kultur; [https://www.deutschlandfunkkultur.de/soziologe-heinz-bude-zu-corona-solidaritaet-ist-heute-etwas.1013.de.html?dram:article\\_id=472663](https://www.deutschlandfunkkultur.de/soziologe-heinz-bude-zu-corona-solidaritaet-ist-heute-etwas.1013.de.html?dram:article_id=472663)
- <sup>85</sup> Vgl. Pieper, S.: Wo liegt der Unterschied zwischen Daten, Informationen und Wissen?, in: artegic AG The Marketing Engineering Blog, 2.11.2018; [https://www.artegic.com/blog\\_de/wo-liegt-der-unterschied-zwischen-daten-informationen-und-wissen/](https://www.artegic.com/blog_de/wo-liegt-der-unterschied-zwischen-daten-informationen-und-wissen/)
- <sup>86</sup> Vgl. Horn, N. / Reinhart, M.: Initiative D21, Denkipuls innovativer Staat: Datenhoheit – Gerechtigkeitsfrage in einer Digitalen Gesellschaft; [https://initiated21.de/app/uploads/2018/10/denkimpuls\\_datenhoheit.pdf](https://initiated21.de/app/uploads/2018/10/denkimpuls_datenhoheit.pdf)
- <sup>87</sup> Vgl. Johner, C.: Datenschutz im Gesundheitswesen bei medizinischen Daten; [https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/datenschutz-bei-medizinischen-daten/#section\\_scroll3](https://www.johner-institut.de/blog/regulatory-affairs/datenschutz-bei-medizinischen-daten/#section_scroll3)
- <sup>88</sup> Vgl. Netzpolitik.org.: Datenspende-App des RKI - Experiment mit offenem Ausgang; <https://netzpolitik.org/2020/datenspende-app-des-rki-experiment-mit-offenem-ausgang/>
- <sup>89</sup> Vgl. Datenschutz Praxis: Datenschutz in der Medizin: DSK nimmt Einwilligungsdokumente an; <https://www.datenschutz-praxis.de/fachnews/patientendaten-schuetzen-digital-vernetzen-und-fuer-die-forschung-nutzen/>
- <sup>90</sup> Vgl. Zapf, E.: Pressemitteilung der Konferenz der unabhängigen Datenschutzaufsichtsbehörde des Bundes und der Länder vom 24.4.2020; [https://www.datenschutzkonferenz-online.de/media/pm/20200427\\_Einwilligungsdokumente\\_der\\_Medizininformatik-Initiative.pdf](https://www.datenschutzkonferenz-online.de/media/pm/20200427_Einwilligungsdokumente_der_Medizininformatik-Initiative.pdf)
- <sup>91</sup> Vgl. German Biobank Node; <https://www.bbmri.de/covid-19/>
- <sup>92</sup> Vgl. Jaeger, L.: Mit Künstlicher Intelligenz an die Weltspitze, in: Telepolis, 27.11.2018; <https://www.heise.de/tp/features/Mit-Kuenstlicher-Intelligenz-an-die-Weltspitze-4232109.html>

## Aktuelle Analysen

Die „Aktuellen Analysen“ werden ab Nr. 9 parallel zur Druckfassung auch als PDF-Datei auf der Homepage der Hanns-Seidel-Stiftung angeboten: <https://www.hss.de/publikationen/>. Ausgaben, die noch nicht vergriffen sind, können dort kostenfrei bestellt werden.

- Nr. 1 Problemstrukturen schwarz-grüner Zusammenarbeit
- Nr. 2 Wertewandel in Bayern und Deutschland –  
Klassische Ansätze – Aktuelle Diskussion – Perspektiven
- Nr. 3 Die Osterweiterung der NATO – Die Positionen der USA und Russlands
- Nr. 4 Umweltzertifikate – ein geeigneter Weg in der Umweltpolitik?
- Nr. 5 Das Verhältnis von SPD, PDS und Bündnis 90/Die Grünen nach den  
Landtagswahlen vom 24. März 1996
- Nr. 6 Informationszeitalter – Informationsgesellschaft – Wissensgesellschaft
- Nr. 7 Ausländerpolitik in Deutschland
- Nr. 8 Kooperationsformen der Oppositionsparteien
- Nr. 9 Transnationale Organisierte Kriminalität (TOK) –  
Aspekte ihrer Entwicklung und Voraussetzungen erfolgreicher Bekämpfung
- Nr. 10 Beschäftigung und Sozialstaat
- Nr. 11 Neue Formen des Terrorismus
- Nr. 12 Die DVU – Gefahr von Rechtsaußen
- Nr. 13 Die PDS vor den Europawahlen
- Nr. 14 Der Kosovo-Konflikt: Aspekte und Hintergründe
- Nr. 15 Die PDS im Wahljahr 1999: „Politik von links, von unten und von Osten“
- Nr. 16 Staatsbürgerschaftsrecht und Einbürgerung in Kanada und Australien
- Nr. 17 Die heutige Spionage Russlands
- Nr. 18 Krieg in Tschetschenien
- Nr. 19 Populisten auf dem Vormarsch?  
Analyse der Wahlsieger in Österreich und der Schweiz
- Nr. 20 Neo-nazistische Propaganda aus dem Ausland nach Deutschland
- Nr. 21 Die Relevanz amerikanischer Macht:  
anglo-amerikanische Vergangenheit und euro-atlantische Zukunft
- Nr. 22 Global Warming, nationale Sicherheit und internationale politische  
Ökonomie – Überlegungen zu den Konsequenzen der weltweiten  
Klimaveränderung für Deutschland und Europa

- Nr. 23 Die Tories und der „Dritte Weg“ – Oppositionsstrategien der britischen Konservativen gegen Tony Blair und New Labour
- Nr. 24 Die Rolle der nationalen Parlamente bei der Rechtssetzung der Europäischen Union – Zur Sicherung und zum Ausbau der Mitwirkungsrechte des Deutschen Bundestages
- Nr. 25 Jenseits der „Neuen Mitte“: Die Annäherung der PDS an die SPD seit der Bundestagswahl 1998
- Nr. 26 Die islamische Herausforderung – eine kritische Bestandsaufnahme von Konfliktpotenzialen
- Nr. 27 Nach der Berliner Wahl: Zustand und Perspektiven der PDS
- Nr. 28 Zwischen Konflikt und Koexistenz: Christentum und Islam im Libanon
- Nr. 29 Die Dynamik der Desintegration – Zum Zustand der Ausländerintegration in deutschen Großstädten
- Nr. 30 Terrorismus – Bedrohungsszenarien und Abwehrstrategien
- Nr. 31 Mehr Sicherheit oder Einschränkung von Bürgerrechten – Die Innenpolitik westlicher Regierungen nach dem 11. September 2001
- Nr. 32 Nationale Identität und Außenpolitik in Mittel- und Osteuropa
- Nr. 33 Die Beziehungen zwischen der Türkei und der EU – eine „Privilegierte Partnerschaft“
- Nr. 34 Die Transformation der NATO. Zukunftsrelevanz, Entwicklungsperspektiven und Reformstrategien
- Nr. 35 Die wissenschaftliche Untersuchung Internationaler Politik – Struktureller Neorealismus, die „Münchener Schule“ und das Verfahren der „Internationalen Konstellationsanalyse“
- Nr. 36 Zum Zustand des deutschen Parteiensystems – eine Bilanz des Jahres 2004
- Nr. 37 Reformzwänge bei den geheimen Nachrichtendiensten? Überlegungen angesichts neuer Bedrohungen
- Nr. 38 „Eine andere Welt ist möglich“: Identitäten und Strategien der globalisierungskritischen Bewegung
- Nr. 39 Krise und Ende des Europäischen Stabilitäts- und Wachstumspaktes
- Nr. 40 Bedeutungswandel der Arbeit – Versuch einer historischen Rekonstruktion
- Nr. 41 Die Bundestagswahl 2005 – Neue Machtkonstellation trotz Stabilität der politischen Lager
- Nr. 42 Europa Ziele geben – Eine Standortbestimmung in der Verfassungskrise
- Nr. 43 Der Umbau des Sozialstaates – Das australische Modell als Vorbild für Europa?

- Nr. 44 Die Herausforderungen der deutschen EU-Ratspräsidentschaft 2007 –  
Perspektiven für den europäischen Verfassungsvertrag
- Nr. 45 Das politische Lateinamerika: Profil und Entwicklungstendenzen
- Nr. 46 Der europäische Verfassungsprozess –  
Grundlagen, Werte und Perspektiven nach dem Scheitern des  
Verfassungsvertrags und nach dem Vertrag von Lissabon
- Nr. 47 Geisteswissenschaften – Geist schafft Wissen
- Nr. 48 Die Linke in Bayern – Entstehung, Erscheinungsbild, Perspektiven
- Nr. 49 Deutschland im Spannungsfeld des internationalen Politikgeflechts
- Nr. 50 Politische Kommunikation in Bayern – Untersuchungsbericht
- Nr. 51 Private Sicherheits- und Militärfirmen als Instrumente staatlichen Handelns
- Nr. 52 Von der Freiheit des konservativen Denkens –  
Grundlagen eines modernen Konservatismus
- Nr. 53 Wie funktioniert Integration? Mechanismen und Prozesse
- Nr. 54 Verwirrspiel Rente – Wege und Irrwege zu einem gesicherten Lebensabend
- Nr. 55 Die Piratenpartei –  
Hype oder Herausforderung für die deutsche Parteienlandschaft?
- Nr. 56 Die politische Kultur Südafrikas – 16 Jahre nach Ende der Apartheid
- Nr. 57 CSU- und CDU-Wählerschaften im sozialstrukturellen Vergleich
- Nr. 58 Politik mit „Kind und Kegel“ –  
Zur Vereinbarkeit von Familie und Politik bei Bundestagsabgeordneten
- Nr. 59 Die Wahlergebnisse der CSU – Analysen und Interpretationen
- Nr. 60 Der Islamische Staat – Grundzüge einer Staatsidee
- Nr. 61 Arbeits- und Lebensgestaltung der Zukunft – Ergebnisse einer Umfrage in  
Bayern
- Nr. 62 Impulse aus dem anderen Iran –  
Die systemkritische iranische Reformtheologie und der  
christlich-islamische Dialog in Europa
- Nr. 63 Bayern, Tschechen und Sudetendeutsche:  
Vom Gegeneinander zum Miteinander
- Nr. 64 Großbritannien nach der Unterhauswahl 2015
- Nr. 65 Die ignorierte Revolution?  
Die Entwicklung von den syrischen Aufständen zum Glaubenskrieg
- Nr. 66 Die Diskussion um eine Leitkultur –  
Hintergrund, Positionen und aktueller Stand
- Nr. 67 Europäische Energiesicherheit im Wandel –  
Globale Energiemegatrends und ihre Auswirkungen

- Nr. 68 Chinas Seidenstraßeninitiative und die EU: Aussichten für die Zukunft –  
China’s Silk Road Initiative and the European Union:  
Prospects for the Future
- Nr. 69 Christliche Kirchen und Parteien – Übereinstimmungen und Gegensätze
- Nr. 70 Krisenherd Iran – Innere Entwicklung und außenpolitischer Kurs
- Nr. 71 Mittelpunkt Bürger: Dialog, Digital und Analog
- Nr. 72 Change in der Medien- und Kommunikationsbranche –  
Ein Leitfaden für Veränderungsprozesse und die digitale Zukunft
- Nr. 73 Versorgungssicherheit bei Kritischen Rohstoffen –  
Neue Herausforderungen durch Digitalisierung und Erneuerbare Energien
- Nr. 74 Jugendstudie Bayern 2019 – Untersuchungsbericht
- Nr. 75 Europa gestaltet globale Handelsbeziehungen –  
Die Abkommen mit Japan, Mercosur und Vietnam
- Nr. 76 Rechtes Land? Demokratie stärken
- Nr. 77 Informationsbedrohungen – Herausforderungen für den  
europäischen Informationsraum (deutsch und englisch)
- Nr. 78 Protestbewegungen in Russland: Zwischen Aufbruch und Stagnation
- Nr. 79 Klimaschutzbewegung und Linksextremismus –  
Wie Linksextremisten vom Klimakampf profitieren
- Nr. 80 Die Europäische Union in der Corona-Weltwirtschaftskrise –  
Perspektiven und Handlungsoptionen im geoökonomischen Wettbewerb  
zwischen den USA und China (deutsch und englisch)
- Nr. 81 Mit KI gegen die Pandemie?  
Über den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Gesundheitswesen





## IMPRESSUM

ISBN	978-3-88795-592-2
Herausgeber	Copyright 2020, Hanns-Seidel-Stiftung e.V. Lazarettstraße 33, 80636 München, Tel. +49 (0)89 / 1258-0 E-Mail: <a href="mailto:info@hss.de">info@hss.de</a> , Online: <a href="http://www.hss.de">www.hss.de</a>
Vorsitzender	Markus Ferber, MdEP
Generalsekretär	Oliver Jörg
Redaktion	Barbara Fürbeth (Redaktionsleiterin) Marion Steib (Gestaltung, Satz, Layout)
V.i.S.d.P.	Thomas Reiner (Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit)
Umschlaggestaltung	Gundula Kalmer, München
Druck	Hanns-Seidel-Stiftung e.V., Hausdruckerei, München
Hinweise	Zur besseren Lesbarkeit der Texte wird auf die gleichzeitige Verwendung femininer und maskuliner Sprachformen verzichtet. Sämtliche Personenbezeichnungen gelten geschlechtsneutral bzw. für alle Geschlechter.

Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung, Verbreitung sowie Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der Hanns-Seidel-Stiftung e.V. reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Das Copyright für diese Publikation liegt bei der Hanns-Seidel-Stiftung e.V.



Hanns  
Seidel  
Stiftung

