

## **Contact-Tracing mit dem Google- und Apple-Ansatz: Allheilmittel oder Placebo für die Pandemie oder die Büchse der Pandora für Macht und Profit der Unternehmen**

### **Executive Summary**

Die Coronavirus-Pandemie hat die Welt seit Monaten im Griff. Die Zahl der Infektionen steigt und die zweite Welle, sie rollt. Dies macht eine zuverlässige und effiziente Kontaktverfolgung notwendiger denn je. In vielen Ländern wurden bereits digitale Apps zur Kontaktverfolgung eingeführt, um die manuelle Kontaktverfolgung zu unterstützen und damit Infektionsketten zu unterbrechen sowie die weitere Ausbreitung des Virus einzudämmen. Je nachdem wie wichtig die Privatsphäre sowie der Datenschutz in den einzelnen Ländern sind, kommen dabei unterschiedliche Ansätze zum Tragen. Diese lassen sich in zwei Kategorien einteilen: ein zentrales oder dezentrales Kontaktverfolgungssystem. Dabei spielt es auch eine Rolle, welche Art von Informationen über den sogenannten sozialen Graphen der Nutzer\*innen an die den Backend-Server betreibende Organisation weitergegeben werden. Die zentralen Systeme werden diesbezüglich stärker kritisiert, weil sie zu viele Informationen zu den Benutzer\*innen durchsickern lassen.

Während die ersten Länder (vorwiegend in Asien) mit einem zentralen Ansatz die digitale Kontaktverfolgung starteten und dabei sogar in großem Umfang sensible Benutzerinformationen (z.B. Name, Adresse, Mobiltelefonnummern, Standort) gesammelt wurden, brach in Europa und den USA eine breite Debatte über Datenschutz aus. Es wurde zu einer Frage des akademischen Wettbewerbs und des Nationalstolzes, wer die erste und/oder die beste Lösung zur Wahrung der Privatsphäre vorweisen könne.

Obwohl noch kontrovers diskutiert wurde, ob eine dezentrale oder zentrale Lösung besser sei, entdeckten Google und Apple – für uns etwas überraschend – ihre beispiellose Freundschaft und einigten sich auf ihr ganz spezielles dezentrales System zur Ermittlung von Kontakten. Die dafür entwickelte Schnittstelle, die Exposure Notification API (genannt GAEN)<sup>1</sup>, integrierten die beiden Hersteller zudem zügig in ihre mobilen Betriebssysteme. Obwohl die Dokumentation der Schnittstelle als solche offen ist, wird sie stark von der Unternehmenspolitik der beiden Datenriesen kontrolliert: In jedem Land darf die Regierung nur einer einzigen nationalen Gesundheitsorganisation den Zugang zu dieser Schnittstelle gewähren.

Neben der Bundesregierung beauftragten auch andere Regierungen wie etwa die italienische lokale Firmen mit der Entwicklung einer App, die speziell diese Schnittstelle nutzt. Teilweise wurden hierfür zweistellige Millionen Beträge ausgegeben<sup>2</sup>. Frankreich stellt hier eine Ausnahme dar. Die französische Regierung hat dazu offiziell erklärt, dass der Einsatz der Google- und Apple-Technologie die Souveränität des Staates im Hinblick auf sensible Gesundheitsinformationen ernsthaft in Frage stellen würde<sup>3</sup>.

Mit dem Ziel eine kritische Auseinandersetzung zu initiieren und die wissenschaftliche Forschung voranzutreiben, wollen wir in diesem Bericht verschiedene Aspekte und Probleme der auf der Google- und Apple-Technologie basierenden Tracing-Apps am Beispiel der Corona-Warn-App beleuchten. Neben den Ergebnissen unserer eigenen Untersuchungen

---

<sup>1</sup> <https://covid19.apple.com/contacttracing> und <https://developers.google.com/android/exposure-notifications/exposure-notifications-api>

<sup>2</sup> <https://www.aerzteblatt.de/nachrichten/117349/Bundesregierung-schliesselt-Kosten-fuer-Corona-Warn-App-auf>

<sup>3</sup> <https://www.economie.gouv.fr/stopcovid-faq>

sind auch internationale Studien und die neuesten Medienberichte in unser Fazit eingeflossen:

- Aus unserer Perspektive hat man sich zu früh auf den Google- und Apple-Ansatz festgelegt. Seit mehreren Monaten weisen wir neben weiteren international renommierten und unabhängigen Forscher\*innen darauf hin, dass die bisher in einigen Ländern eingesetzte Technologie von Apple und Google grundlegende Sicherheits- und Datenschutzprobleme hat<sup>4</sup>. Diese beiden Aspekte können nicht nur die Integrität unseres Gesundheitssystems untergraben, sondern im schlimmsten Fall die nationale Sicherheit gefährden.
- Deshalb sollten diese Schwachstellen so schnell wie möglich durch ein umfassendes Technologie-Update behoben werden, um das Vertrauen in die Kontaktverfolgungssysteme zu stärken. Besonders in der jetzigen Pandemie-Situation brauchen wir ein hybrides System, dass die zentralen gesundheitspolitischen Institutionen, die Gesundheitsversorgungseinrichtungen sowie Bürger\*innen miteinander vernetzt.
- Es existieren schon heute unabhängige, europäische Forschungen, die bereits alternative Lösungen vorstellen. Auch in Deutschland gibt es bereits sichere Alternativen, die nicht nur die App sondern das Ganze als ein umfassendes System betrachten. Neben einer größeren Privatsphäre und einem höheren Datenschutz berücksichtigen diese Systeme auch weitere Aspekte wie zum Beispiel eine digitale Infrastruktur.
- Wir brauchen eine digitale Infrastruktur und genauere Informationen, die es uns ermöglichen, die Wirksamkeit der dezentralen Kontaktverfolgung zu bewerten. Ein solches System ließe sich mit geringem Aufwand schnell implementieren.
- Denn nicht zuletzt werfen wir die Frage auf, warum nur eine nationale Tracing-App eingesetzt wird, obwohl bereits innovative Ideen für Unternehmen, Schulen und Indoor-Veranstaltungen verwirklicht wurden und eingesetzt werden<sup>5</sup>.

### **Dezentral versus zentral – digitale Kontaktverfolgung**

In zentralen Systemen wird die Ermittlung der Kontakte von den Tracing-Servern durchgeführt. Die Daten, die infizierte Benutzer\*innen auf den Server hochladen, enthalten aufgezeichnete Informationen über andere Personen, die ihre App in der Vergangenheit in ihrer Nähe beobachtet hat. Auf der Grundlage dieser Informationen ist der Tracing-Server in der Lage, die Identitäten oder Pseudonyme aller anderen Benutzer\*innen, auf die die infizierte Person gestoßen ist, zu ermitteln und Warnungen an diese Kontakte auszugeben.

Einige Länder wie Singapur, Australien, Frankreich und Großbritannien haben beschlossen, für ihre Contact-Tracing-Apps einen zentralen Ansatz zu nutzen. Zu einem der ersten dieser Ansätze gehört die Anwendung TraceTogether. Diese App basiert auf dem BlueTrace Framework, das in Singapur entwickelt wurde und dort seitdem auch sehr erfolgreich im Einsatz ist. Etwa 37 Prozent der Bevölkerung nutzen TraceTogether, die damit zu einer der weltweit am weitesten in einem Land verbreiteten Apps gehört.

Auch Deutschland folgte zunächst einem vom Konsortium aus europäischen Firmen und Forschungseinrichtungen, dem Pan-European Privacy-Preserving Proximity Tracing (PEPP-PT-Konsortium) vorgeschlagenen zentralen Ansatz, bevor es sich für eine dezentrale Lösung entschied.

---

<sup>4</sup> <https://lasec.epfl.ch/people/vaudenay/swisscovid.html>

<sup>5</sup> <https://www.gameswirtschaft.de/gamescom/gamescom-2021-koelnmesse-corona-app/>

Bei dezentralen Ansätzen lädt die App der infizierten Person die Kontaktinformationen auf den Server hoch. Die Rolle des Tracing-Servers besteht lediglich darin, diese Hinweise an die Apps anderer Benutzer zu verteilen. Dann werden diese Informationen lokal am Telefon des Benutzers verwendet und mit den aus der Nähe gesammelten Kontaktbeobachtungen verglichen, die die App lokal gespeichert hat. Auf diese Weise ist die App in der Lage festzustellen, ob ein Kontakt mit infizierten Personen stattgefunden hat oder nicht.

Es wurde eine Reihe von dezentralen Ansätzen vorgeschlagen, darunter DP-3T, PACT und TraceCORONA. Eines der einflussreichsten Konzepte war jedoch der von Apple und Google eingeführte Ansatz mit Hilfe der Exposure Notification API. Inzwischen ist diese Funktion in die neuesten Versionen der Betriebssysteme Android und iOS integriert worden. Die Exposure Notification API von Google und Apple ist eng mit der "Low-Cost"-Lösung des DP-3T-Projekts verbunden. Trotz dieser Verbindung wird sie jedoch vollständig von Apple und Google kontrolliert und basiert auf einer gemeinsamen API-Spezifikation, auf die sich diese Unternehmen geeinigt haben.

Tatsächlich haben einige Länder beschlossen, die GAEN-API für ihr Kontaktverfolgungssystem zu nutzen. Die Abhängigkeit von diesen Unternehmen, die über zahlreiche andere Mittel und Werkzeuge zur Identifizierung der Benutzer\*innen verfügen, ist jedoch eine heikle Angelegenheit, wie die bereits erwähnte französische Regierungserklärung deutlich macht:

*„Was die von Apple und Google gestartete Initiative betrifft, so hat Frankreich nicht vor, sie zu nutzen. [...] Die von Apple und Google vorgeschlagenen Lösungen basieren auf der Übertragung von Pseudonymen für positiv diagnostizierte Personen auf allen Smartphones. Das heißt, dass eine medizinische Diagnose, auch in verschlüsselter Form, in allen Anwendungen zirkuliert. [...] Die Regierung ist der Ansicht, dass der Schutz der Gesundheit der Franzosen eine Aufgabe ist, die ausschließlich dem Staat und nicht privaten internationalen Akteuren obliegt. Die Definition des Algorithmus zur Kontaktverfolgung und die Fähigkeit der Gesundheitsbehörde [...], können daher nicht in die Hände einer anderen Instanz gelegt werden: es handelt sich um eine Frage der gesundheitlichen und technologischen Souveränität.“*

## **Zeit für eine Bilanz**

Die ersten 100 Tage der offiziellen Corona-Warn-App sind vorbei. Schon vor ihrer Einführung im Mai wurde die Corona-Warn-App seitens der Bundesregierung mit flächendeckenden Werbeaktionen beworben und ihre Nutzung von Spitzenpolitikern wie der Bundeskanzlerin persönlich empfohlen. Das von der Bundesregierung in Auftrag gegebene Projekt schneidet zudem im internationalen Vergleich gut ab. Bereits im Juni haben Experten für IT-Sicherheit von Amnesty International<sup>6</sup> verschiedene Corona-Tracing Apps analysiert. Die deutsche Lösung ist besonders wegen der dezentralen Datenspeicherung, der Freiwilligkeit und der Transparenz gegenüber den anderen untersuchten Ansätzen positiv aufgefallen. Dadurch genießt die Corona-Warn-App das notwendige Vertrauen und erfährt eine breite Akzeptanz in der Bevölkerung. Das Robert-Koch-Institut (RKI) verzeichnete im Oktober 20,3 Millionen Downloads der App<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2020/06/bahrain-kuwait-norway-contact-tracing-apps-danger-for-privacy/>

<sup>7</sup> [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/WarnApp/Archiv\\_Kennzahlen/Kennzahlen\\_23102020.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/WarnApp/Archiv_Kennzahlen/Kennzahlen_23102020.pdf?__blob=publicationFile)

Auch wenn die Corona-Warn-App als europäischer Musterschüler gegenüber anderer<sup>8</sup> sowohl dezentraler als auch zentraler Tracing-Apps<sup>9</sup> positiv verkauft wird, ist es an der Zeit eine Bilanz aufzustellen und uns einige kritische Fragen zu stellen.

Die aktuelle Situation kennzeichnen sehr viele heterogene Faktoren. Auf der einen Seite steigen die Infektionszahlen wieder an, was in einigen Regionen bereits wieder zu strengeren Maßnahmen geführt und Forderungen nach einheitlichen Regelungen nach sich gezogen hat. Auf der anderen Seite wächst neben der Verunsicherung vor den wirtschaftlichen Folgen der Pandemie auch der Widerstand gegen die Einschränkungen und gesetzlichen Regelungen. Gerade in dieser schwierigen Gemengelage ist es wichtig einen kühlen Kopf zu bewahren und sich neutral der Fakten zu widmen.

Das erklärte Ziel<sup>10</sup> der Corona-Warn-App ist es, Infektionsketten schnell zu erkennen und zu unterbrechen. Dabei sollen alle Nutzer\*innen zuverlässig und zeitnah über Begegnungen mit auf Corona positiv getesteten Personen informiert werden. So wird die sehr zeitintensive und häufig unpräzise manuelle Kontaktverfolgung der Gesundheitsämter technisch unterstützt. Nachdem betroffene Personen über einen Kontakt informiert werden, können sie sich schnell in eine freiwillige Quarantäne begeben und einen Corona-Test durchführen. Damit können sie sich und ihr Umfeld aktiv schützen und zur Eindämmung der Corona-Pandemie beitragen.

### **Die Gretchenfrage: Sinnvoll oder nicht?**

Mittlerweile sind Schutzmaßnahmen wie die sogenannten AHA+L-Regeln: Abstand halten – Hygiene beachten – Alltagsmaske (Mund-Nasen-Bedeckung) tragen und lüften, selbstverständlich. Nach wie vor ist Vorsicht geboten, da die Fallzahlen in mehreren Bundesländern wieder deutlich steigen<sup>11</sup>. Hilft die Corona-Warn-App dabei, die Ausbreitung von COVID-19 zu bremsen? Und wie wirksam ist die App tatsächlich?

### **Alles beginnt mit der Datenübertragung**

Werfen wir einen Blick auf die bei der Corona-Warn-App angewendete Technik: Bluetooth Low Energy. Die Corona-Warn-App nutzt die vorhandene Bluetooth-Technologie der Endgeräte. Dabei verwendet die App die Exposure Notification API von Apple und Google, die sogenannte GAEN. Hier handelt es sich um eine Schnittstelle, die beide Hersteller inzwischen in die neuesten Versionen ihrer Smartphone-Betriebssysteme integriert haben. Aus der Softwareentwicklungsperspektive gehört diese von Google und Apple kommende API zu den Kerntechnologien, sie ist quasi eine Betriebssystemkomponente.

Mit Hilfe von Bluetooth Low Energy sollen zwischen Geräten automatisch zufällig generierte Identifikationsnummern (pseudonyme Bluetooth-IDs) ausgetauscht werden um Begegnungen zwischen Geräten und deren Dauer zu erfassen. Das RKI spricht erst bei mehr als 10 Minuten langen Kontakten von einer Risiko-Begegnung. Neben der Dauer einer Begegnung spielt jedoch auch der Abstand zur getroffenen Person sowie die Umgebung, in der die Begegnung stattfindet eine Rolle.

---

<sup>8</sup> Eine Übersicht zu den verschiedenen Tracing-Apps finden Sie hier: <https://tracecorona.net/de/ein-vergleich-von-kontakt-nachverfolgungsansatzen/ubersicht-uber-tracing-losungen-in-verschiedenen-landern/>

<sup>9</sup> Einen Vergleich der technologischen Ansätze finden Sie hier: <https://tracecorona.net/wp-content/uploads/2020/06/Pandemic-tracing-comparison-v.1.1.pdf>

<sup>10</sup> <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/corona-warn-app/corona-warn-app-faq-1758392>

<sup>11</sup> [https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges\\_Coronavirus/Situationsberichte/Okt\\_2020/2020-10-11-de.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Situationsberichte/Okt_2020/2020-10-11-de.pdf?__blob=publicationFile)

## Was kann Bluetooth und was nicht

Die Bluetooth Low Energy Technologie ist nicht in der Lage, den genauen Abstand zwischen den Geräten zu messen. Ob man sich in nächster Nähe oder weit voneinander entfernt begegnet, lässt sich nur ansatzweise abschätzen. In einem Laborversuch hat sich gezeigt, dass es bereits durch Drehen und Kippen eines Smartphones zu Abweichungen der Signalstärke, welche als Grundlage für die Abstandsmessung benutzt wird, kommen kann<sup>12</sup>. Und das obwohl es keine Reflexionen durch Gegenstände gab und das Smartphone nicht in einer Tasche war.

Dies bestätigt auch die irische Studie von Douglas J. Leith und Stephen Farrell vom Trinity College in Dublin<sup>13</sup>. Dieser Untersuchung zufolge kann die Stärke des Bluetooth-Signals variieren je nachdem, wo sich das Gerät befindet. Es kommt demnach darauf an, ob das Smartphone in der Hand ist oder in der Handtasche.

Das irische Forscherteam um Douglas J. Leith hat außerdem herausgefunden, dass darüber hinaus äußere Faktoren die Signalstärke beeinflussen können<sup>14</sup>. Laut dieser Studie reflektiert das in Zügen verbaute Metall die Bluetooth-Signale. Als Lösung des Problems der Störungen durch Metall würden in der Corona-Warn-App Korrekturwerte in der Ermittlung des Risikostatus eingerechnet oder verworfen, wie eine Pressesprecherin des RKIs erläutert hat<sup>15</sup>. Die Corona-Warn-App erkennt nicht, wie und wo der Kontakt zustande kommt. Menschen bewegen und begegnen sich eben nicht unter Laborbedingungen, sondern in Räumen, im öffentlichen Nahverkehr oder im Freien.

## Alt, älter, ohne Corona-Warn-App

Obwohl die Corona-Warn-App barrierefrei gestaltet ist, damit möglichst viele Personen die App nutzen können, ist sie nicht allen Menschen in Deutschland zugänglich. Die App läuft zwar auf der Mehrheit der gängigen Endgeräte, die ein Android oder iOS-Betriebssystem haben. Gleichzeitig muss jedoch die aktuellste Version dieser Betriebssysteme installiert sein. Damit scheiden eine Vielzahl älterer Endgeräte aus. Obwohl iPhone-Besitzer ihr Smartphone oftmals deutlich länger nutzen, bietet Apple keine Unterstützung mehr für Geräte an, die älter als vier oder fünf Jahre sind. Daran können auch die Entwickler der Corona-Warn-App nichts ändern<sup>16</sup>.

Neben der neuesten Version des Betriebssystems haben in der Vergangenheit einzelne Energiespar- und Akkueinstellungen sowie die Hintergrundaktualisierung per WLAN oder mobile Daten die Funktionalität der Corona-Warn-App beeinträchtigt<sup>17</sup>. Darüber hinaus gibt es trotz voranschreitender Digitalisierung unseres Alltags noch immer Menschen, die grundsätzlich auf ein Smartphone und damit auch auf den Nutzen der Tracing-App verzichten.

---

<sup>12</sup> [https://www.researchgate.net/publication/302199860\\_Is\\_bluetooth\\_low\\_energy\\_an\\_alternative\\_to\\_near\\_field\\_communication](https://www.researchgate.net/publication/302199860_Is_bluetooth_low_energy_an_alternative_to_near_field_communication)

<sup>13</sup> <https://arxiv.org/pdf/2006.06822.pdf>

<sup>14</sup> <https://arxiv.org/pdf/2006.08543.pdf>

<sup>15</sup> <https://netzpolitik.org/2020/contact-tracing-gesundheitsministerium-verteidigt-corona-warn-app/>

<sup>16</sup> <https://www.coronawarn.app/de/faq/>

<sup>17</sup> <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/digitec/was-die-probleme-der-corona-warn-app-sind-und-was-nicht-16880282-p2.html>

## Unterwegs in Europa

Auch im Ausland können Nutzer\*innen den Nutzen der Corona-Warn-App noch nicht vollständig ausschöpfen. Obwohl es in vielen europäischen Ländern mittlerweile nationale Contact-Tracing-Apps gibt, endet die Funktionalität bislang an der Grenze. Die verschiedenen nationalen Warn-Apps können bisher untereinander keine digitalen Schlüssel austauschen. Zwar hatte die EU-Kommission eine Lösung für die Sommermonate angekündigt, doch erst jetzt soll eine gemeinsame Schnittstelle die Lücke schließen und die sogenannte Interoperabilität der Apps gewährleisten<sup>18</sup>.

Wie bereits die Corona-Warn-App wurde die europäische Schnittstelle vom deutschen Softwarekonzern SAP und der Deutschen Telekom entwickelt. Nach dem Ende des Probetriebes sollen nun über das sogenannte Gateway die Daten aus europäischen Ländern getauscht und ausgewertet werden. Allerdings funktioniert der Gateway-Server nur mit dezentralen Lösungen. Zunächst profitieren nur Deutschland, Italien und Irland von der europäischen Schnittstelle, Österreich, Belgien und Polen sollen folgen.

Das heißt, wer an der irischen Küste spazieren geht, sollte von der deutschen App im Falle einer Risiko-Begegnung gewarnt werden. In Frankreich hingegen werden die Daten zentral erfasst und deshalb nicht zusammengeführt. Wer also den Eiffelturm besteigt, wird nicht über eine Begegnung mit einer infizierten Person informiert<sup>19</sup>. Für die mangelnde Interoperabilität von zentralen und dezentralen Kontaktverfolgungs-Apps gibt es bislang noch keine Lösung. Denn dabei spielt vor allem der Datenschutz eine zentrale Rolle.

## Schützen oder verletzen sie die Privatsphäre von Patienten?

Der Datenschutz ist eine zentrale Herausforderung: Aus dem potenziellen Missbrauch der von den Contact-Tracing-Apps gesammelten Daten ergeben sich die größten Risiken. Verglichen mit vielen anderen Anwendungen sammelt die Corona-Warn-App vertrauliche und detaillierte Informationen während der Kontakte zwischen einzelnen Nutzer\*innen. Es lässt sich darüber spekulieren, dass aktuell wohl kein anderes von den Behörden benutzte System das Potenzial hat, so viele Informationen zu den Kontakten von Personen zu sammeln wie die Corona-Warn-App.

Obwohl das System die wahre Identität einzelner Nutzer\*innen nicht explizit erfasst oder aufzeichnet, können gleichzeitig die Bewegungsprofile zur Identifikation einzelner beitragen. Das betrifft bei der Corona-Warn-App vor allem Personen, die infiziert sind und ihre sogenannten Tagesschlüssel (Temporary Exposure Keys) auf den Corona-Warn-App-Server hochgeladen haben. Sämtliche Bewegungsprofile sind einzigartig und unterscheiden sich von Person zu Person. Anhand des nächtlichen Aufenthaltsortes können Rückschlüsse auf den Wohnort gezogen werden. Schaut man sich das Bewegungsprofil über den Tag an, kann man durchaus den Arbeitsplatz einer Person eindeutig identifizieren<sup>20</sup>.

## Wir wissen, wo Du wohnst

Gemeinsam mit Forscher\*innen der Universität Marburg und der Universität Würzburg ist es uns gelungen, die bis dahin nur theoretisch beschriebene Datenschutz- und Sicherheitsrisiken des Google- und Apple-Ansatzes (Exposure Notification API) auch

---

<sup>18</sup> <https://netzpolitik.org/2020/corona-warn-app-funktioniert-nun-auch-im-ausland/>

<sup>19</sup> <https://www.handelsblatt.com/technik/medizin/pandemiebekämpfung-eu-startet-gemeinsame-schnittstelle-fuer-corona->

<sup>20</sup> <https://tracecorona.net/de/2020/05/08/risiken-von-tracing-apps-mit-unzureichenden-datenschutzlosungen/>

praktisch nachzuweisen<sup>21</sup>. Ausgangspunkt für die Experimente waren zuvor veröffentlichte Berichte über mögliche Datenschutz- und Sicherheitsrisiken im Zusammenhang mit den Entwicklungen des sogenannten „Google Apple Protokoll“ (GAP). Wir haben getestet, ob die konzeptionell beschriebenen Angriffe in der Praxis ausgeführt werden können.

Die Experimente haben gezeigt, dass das Google Apple Protokoll (GAP) in vielerlei Hinsicht anfällig ist. Zum einen lassen sich Bewegungsprofile erstellen, die prinzipiell eine Identifikation von infizierten Personen ermöglichen können. An dieser Stelle weisen wir daraufhin, dass Google und Apple sowohl über die notwendigen Tools als auch die entsprechende Infrastruktur verfügen, um etwa soziale Beziehungen über sogenannte „Social Graphs“ fein-granularer abbilden zu können. Zum anderen sind sogenannte Relay- oder Wurmloch-Angriffe möglich, wodurch der Angreifer falsche Kontaktereignisse generieren und damit die Zuverlässigkeit des gesamten Systems manipulieren kann.

Für die bei dem Versuch realisierten Angriffe wurden handelsübliche und preiswerte Werkzeuge, wie Bluetooth-Sniffer (als App auf dem Smartphone oder Raspberry Pi anwendbar) eingesetzt, um die notwendige räumliche Nähe zu gewährleisten. Mithilfe dieser strategisch platzierten Sensoren konnten die Bewegungen und Aufenthaltsorte infizierter Personen rekonstruiert werden. Bei den sogenannten Relay- oder Wurmloch-Attacken ist es gelungen, die pseudonymen Bluetooth-IDs zu sammeln und unbemerkt an andere – auch weiter entfernte Orte weiterzuleiten. Der Angreifer kann Informationen zum Aufenthaltsort duplizieren und dadurch fehlerhafte Risiko-Begegnungen injizieren. Somit kann das Kontaktnachverfolgungssystem als Ganzes beeinträchtigt werden<sup>22</sup>.

### **Kleingedrucktes und die Tücken**

Darüber hinaus haben zwei kanadische Forscher im Rahmen ihrer kritischen Analyse der Risikobewertung der Schweizer Contact-Tracing-App einen weiteren einfachen Angriff dargestellt<sup>23</sup>. Im Gegensatz zu den beiden bisher beschriebenen Angriffen ist diese Attacke Smartphone-basiert. Bei diesem Angriff wird ein schadhaftes Software Development Kit (SDK) in eine vermeintlich sichere Anwendung eingebunden.

Sehr viele Apps sammeln im Rahmen ihrer Anwendung Daten, ohne dass den Nutzer\*innen klar ist, welche Informationen das sein können. Wirft man einen Blick in die Datenschutzrichtlinien und Nutzungsbedingungen, findet man die entsprechenden Informationen. Gesammelt werden: Mobile Werbe-IDs, genaue Standortinformationen (z.B. GPS-Koordinaten des Geräts), relative Standortinformationen (z.B. von WiFi-Signalen oder Bluetooth Low Energy-Geräten in der Nähe), gerätebasierte Werbekennungen, Informationen über das Endgerät wie Gerätetyp, Betriebssystem-Version und -Typ sowie Geräteeinstellungen, Zeitzone, Netzbetreiber und IP-Adresse.

In vielen Datenschutzrichtlinien steht ausdrücklich, dass solche Informationen gesammelt und an „vertrauenswürdige Partner“ weitergegeben werden. Jedoch fällt dabei häufig unter den Tisch, dass diese Daten gesammelt werden, sobald die App läuft bzw. das Gerät gestartet wird. Nehmen die Benutzer\*innen die App in Betrieb und stimmen sie den Datenschutzrichtlinien zu, ist laut den beiden kanadischen Forschern die „Relais-Station“ für einen Angriff implementiert.

---

<sup>21</sup> <https://tracecorona.net/de/2020/06/12/corona-tracing-ansatz-von-google-und-apple-hat-defizite-bei-datenschutz-und-sicherheit/>

<sup>22</sup> <https://arxiv.org/pdf/2006.05914.pdf>

<sup>23</sup> <https://arxiv.org/pdf/2006.10719.pdf>

Der Aufwand für das im Angriff erläuterte Scannen und Broadcasting von Bluetooth-Signalen ist durch die Exposure Notification APIs von Apple und Google sehr gering. Beide Betriebssysteme sind auf diese Funktion bereits schon ausgelegt. Ohne es zu wissen, sind es die Anwender\*innen selbst, die die Integrität des Kontaktverfolgungssystems beeinträchtigen und an einem Angriff teilnehmen.

Neben den hier geschilderten Angriffen wären aus unserer Sicht auch groß skalierte Relay-Angriffe durch feindliche Staaten denkbar. Solche Angriffe könnten durchaus das Potenzial haben, die nationale Sicherheit zu gefährden. Eine Pandemie wie wir sie derzeit erleben, kann das politische Geschehen und das gesellschaftliche Leben stark beeinträchtigen.

### **Viele Downloads implizieren noch keine Wirksamkeit**

An dieser Stelle zeigt sich, dass vor allem Datenschutz und Sicherheitsfragen immer noch eine große Schwäche der Contact-Tracing-Apps darstellen. Nach wie vor brauchen wir für die erfolgreiche Bekämpfung der COVID-19-Pandemie eine wirksame Nachverfolgung. Die manuelle Rückverfolgung stößt derzeit an ihre Grenzen. Besonders zufällige Begegnungen, an die sich die Menschen oft nicht erinnern, können mithilfe von Tracing-Apps deutlich besser nachvollzogen werden. Derzeit haben wir kaum Informationen darüber, wie viele Menschen die Corona-Warn-App tatsächlich nutzen und ob sie wirksam ist.

Laut einer Studie der Universität Oxford beginnen Tracing-Apps zu wirken, sobald 15 Prozent der Bevölkerung mitmachen<sup>24</sup>. Weiteren wissenschaftlichen Schätzungen zufolge müssten mindestens 60 Prozent der Bevölkerung an der digitalen Kontaktverfolgung für die Corona-Warn-App teilnehmen, um ein digitales Äquivalent zur Herdenimmunität zu erreichen<sup>25</sup>.

Schauen wir dazu auf die Daten, die uns vorliegen: Die Corona-Warn-App wurde bisher 20,3 Millionen Mal runtergeladen. Gleichzeitig bedeutet dies jedoch nicht, dass die App von 20,3 Millionen Menschen aktiv genutzt wird. Denn ein Download entspricht nicht einem Nutzer oder einer Nutzerin.

Die Anzahl der Downloads kann von Land zu Land unterschiedlich ausfallen. Aus unserer Sicht hängt die Akzeptanz und die damit verbundenen Downloads der Tracing-Apps auch von gesellschaftlichen Faktoren ab. Dazu gehört beispielsweise auch inwieweit die Menschen der Regierung und den Spitzenpolitiker\*innen vertrauen, wenn es um die öffentliche Gesundheit geht. Wenn wie in Deutschland die Politik eine App mit einer großen Werbeaktion promotet, ist zu erwarten, dass viele Menschen diese herunterladen – sei es aus Neugier oder aus dem Glauben heraus, dass die Corona-Warn-App ihnen hilft.

### **Wenig Ergebnisse**

Auch wenn die Corona-Warn-App im europäischen Vergleich eine große Verbreitung hat, wären 20,3 Millionen „echte“ Nutzer\*innen nur etwas mehr als 24 Prozent der deutschen Bevölkerung. Damit wirkt die App. Von deutlich effektiven Folgen können wir gleichzeitig noch nicht ausgehen. Gemessen an der Bevölkerungszahl haben andere Länder die Nase vorn: In Irland und Finnland etwa liegt die Abdeckung bei rund 37 Prozent. Daten zufolge, die die Deutsche Telekom erhoben hat, sollen es 15 Millionen tatsächliche Nutzer\*innen sein<sup>26</sup>.

---

<sup>24</sup> <https://www.research.ox.ac.uk/Article/2020-04-16-digital-contact-tracing-can-slow-or-even-stop-coronavirus-transmission-and-ease-us-out-of-lockdown>

<sup>25</sup> <https://netzpolitik.org/2020/faq-corona-apps-die-wichtigsten-fragen-und-antworten-zur-digitalen-kontaktverfolgung-contact-tracing-covid19-pepppt-dp3t>

<sup>26</sup> <https://www.br.de/nachrichten/netzwelt/so-koennte-es-mit-der-corona-warn-app-weitergehen,S9W9yzW>



Einige haben die Corona-Warn-App auf mehreren Geräten laufen, andere haben sie in der Zwischenzeit gelöscht oder nicht vollständig in Betrieb genommen.

Neben den tatsächlichen Downloads veröffentlicht das RKI die Anzahl aller über die Hotline ausgegebenen Tele-TANs zur Verifizierung eines positiven Testergebnisses. Aktuell<sup>27</sup> wurden 4.373 Tele-TANs vergeben, obwohl seit dem Start der Corona-Warn-App Mitte Juni mehr als 87.000 Neuinfektionen registriert wurden. Diese Diskrepanz kann damit zusammenhängen, dass die Testergebnisse inzwischen auch per QR-Code hochgeladen werden können.

Um einen Missbrauch der App zu verhindern, muss eine in der App gemeldete Infektion offiziell bestätigt werden. Das geschieht mittels der Tele-TAN oder des QR-Codes, die vom Testlabor ausgegeben werden. Allerdings sind von den rund 180 Testlaboren nur 125 digital an den Verifikationsserver der Corona-Warn-App angebunden<sup>28</sup>. Das erschwert die Infektionsnachverfolgung<sup>29</sup>.

### **Dezentrale App, aber keine datenschützende digitale Infrastruktur**

Anhand eines auf github.com publizierten Algorithmus<sup>30</sup> haben wir versucht die öffentlich zugänglichen Nutzerdaten auszuwerten. Dafür haben wir im August für drei Tage die Anzahl der insgesamt täglich hochgeladenen Tagesschlüssel ins Verhältnis zur Anzahl der sogenannten Diagnoseschlüssel, d.h. der Positivkennung von infizierten Nutzer\*innen gesetzt. Dieser groben Schätzung zufolge<sup>31</sup> nutzen lediglich 5% der infizierten Anwender\*innen die Corona-Warn-App, um ihr Testergebnis zu teilen. Und das obwohl die Zahl derjenigen, die ihr ein positives Testergebnis in der App eingegeben haben laut den Berechnungen von *tagesschau.de*<sup>32</sup> von rund 20 Personen pro Tag im Juli auf mehr als 70 pro Tag im August zugenommen haben. Um eine präzise Aussage zur Effektivität der Corona-Warn-App treffen zu können, müssen definitiv viel mehr Daten vorliegen.

Die Corona-Warn-App soll aus Datenschutzgründen und Aspekten der Privatheit keine zentrale Datenbank nutzen und daher lässt sich die genaue Zahl der App-Nutzer\*innen nicht exakt bestimmen. Darüber hinaus ist nicht nachvollziehbar, wie viele Personen durch die Corona-Warn-App gewarnt werden. Die Entscheidung, ob Nutzer\*innen ein positives Testergebnis teilen, ist freiwillig. Laut aktuellen Veröffentlichungen auf github.io haben dies bisher mehr als 9.500 Nutzer\*innen getan<sup>33</sup>.

Es fehlt hier eine digitale Infrastruktur, die eine datenschützende und vollkommen anonyme Verarbeitung der Informationen von involvierten Parteien wie Nutzer\*innen, Gesundheitsexperten sowie Behörden erlauben würde. Auch das RKI würde gerne die Funktionalität der Corona-Warn-App erweitern und verschiedene bereits existierende Anwendungen in einer einzigen „Universal-App“ zusammenführen<sup>34</sup>. Nur mit Hilfe exakter

---

<sup>27</sup> RKI-Zahlen vom 22. September 2020

<sup>28</sup> <https://www.nzz.ch/technologie/die-beste-corona-app-ist-auf-dem-boden-der-realitaet-angekommen-ld.1574541>

<sup>29</sup> <https://www.sicher-im-netz.de/corona-warn-app-der-dsin-news-blog-f%C3%BCr-verbraucherinnen>

<sup>30</sup> <https://github.com/mh->

<sup>31</sup> Die genaue Anzahl der hochgeladenen Daily Keys kann nicht exakt ermittelt werden, da der Server auf dem die Daten liegen, bei einer geringen Gesamtmenge zusätzlich zufällige Schlüssel generiert, um die „echten“ Schlüssel zu verschleiern.

<sup>32</sup> <https://www.tagesschau.de/inland/corona-warn-app-risikoermittlung-101.html>

<sup>33</sup> <https://micb25.github.io/dka/>

<sup>34</sup> <https://www.heise.de/news/Corona-Pandemie-Robert-Koch-Institut-will-eine-App-fuer-alles-4915824.html>

Informationen über die Nutzerdaten könnte die Effektivität der App entsprechend umfangreich evaluiert werden.

### **Risikogebiet Europa?**

Allerdings ist auch ein zentraler Server, wie er in Frankreich genutzt wird, kein Garant auf Erfolg. Seit ihrer Einführung wurde die französische StopCovid-App 2,3 Millionen Mal heruntergeladen. Laut Medienberichten hat nur ein Bruchteil der Anwender\*innen Warnungen erhalten, so dass in Folge dessen mehr als 460.000 Menschen die App wieder deinstalliert haben<sup>35</sup>.

Ein ähnliches Bild zeigt sich in Italien. Dort wurde die Warn-App Immuni von etwa 9,3 Millionen Italienern heruntergeladen<sup>36</sup>. Das sind nur rund 15 Prozent der Bevölkerung. Damit liegen die Downloadzahlen deutlich unter dem Ziel der Regierung. Die italienischen Behörden gehen davon aus, dass die Downloads anziehen könnten, sobald die COVID-19-Fallzahlen erneut stark steigen<sup>37</sup>.

Dass diese Ereignisse nicht zwangsläufig kausal miteinander verknüpft sind, kann man derzeit in Spanien beobachten. Das südeuropäische Land ist aktuell am stärksten von einer zweiten Welle betroffen. Einer der Gründe für das hohe Infektionsgeschehen scheint die Überlastung des Gesundheitssystems zu sein. Die spanischen Behörden konnten nicht im notwendigen Umfang Kontakte nachverfolgen. Trotz dieser Tatsache liegen die Downloadzahlen der im August veröffentlichten Radar Covid-App bei nur rund vier Millionen<sup>38</sup>. Dazu kommt, dass erst Mitte September die Warn-App in ganz Spanien funktionieren sollte<sup>39</sup>.

### **Hohe Kosten – wenig Wirkung**

Am Londoner University College hat sich ein britisches Forscherteam um Dr. Isobel Braithwaite mit der Frage der Effektivität der Corona-Warn-Apps beschäftigt. Die Forscher\*innen haben in einer Übersichtsstudie 15 Untersuchungen zu automatisierten und teilautomatisierten Kontaktverfolgungslösungen ausgewertet. Dabei wurden *„keine empirischen Belege für die Wirksamkeit der automatisierten Ermittlung von Kontaktpersonen (in Bezug auf die ermittelten Kontakte oder die Reduzierung der Übertragung) gefunden“*<sup>40</sup>. Abschließend konstatiert die Forschungsgruppe, dass die automatisierte Kontaktverfolgung bei der Eindämmung von COVID-19 helfen könne, wenn genügend Menschen eine solche App nutzen. Um eine Wirksamkeit nachweisen zu können, müsse es zudem jedoch weitere prospektive Studien geben.

---

<sup>35</sup> <https://www.theguardian.com/world/live/2020/jun/23/coronavirus-live-news-update-saudi-arabia-closes-borders-hajj-global-covid-19-cases-pass-9m-latest-updates?page=with:block-5ef228fe8f087111a86b7175>

<sup>36</sup> <https://www.immuni.it/italia.it/dashboard.html>

<sup>37</sup> <https://www.bbc.com/news/technology-53485569>; <https://www.suedtirolnews.it/italien/coronavirus-keine-nachfrage-fuer-die-immuni-app-in-italien>

<sup>38</sup> <https://www.mallorcamagazin.com/nachrichten/lokales/2020/09/15/83757/immer-mehr-menschen-laden-spanische-corona-warn-app-herunter.html>

<sup>39</sup> <https://www.ovb-online.de/weltspiegel/spanien-corona-warn-app-bluetooth-nutzer-covid-19-sars-cov-2-zr-90022661.html>

<sup>40</sup> <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2589-7500%2820%2930184-9>

Neben der Bewertung ihrer Wirksamkeit ist es aus unserer Sicht ebenso wichtig die Kosten der Corona-Warn-App ins Verhältnis zu ihrer Nutzung zu setzen. Laut Vertrag<sup>41</sup> zwischen der Deutschen Telekom und der Bundesregierung belaufen sich die Kosten bis Ende 2021 auf 68 Millionen Euro. Allein die Entwicklung der Corona-Warn-App durch die Deutsche Telekom und SAP hat bereits 20 Millionen Euro gekostet. Die monatlichen Kosten für den laufenden Betrieb der App werden auf mehr als drei Millionen geschätzt<sup>42</sup>.

Diese Kosten sind enorm. Im Vergleich dazu hat die Entwicklung der Schweizer SwissCovid-App weniger als 5 Millionen Euro gekostet. Mehr Budget stand laut Aussage der ETH Lausanne für die Entwicklung des Prototyps nicht zur Verfügung<sup>43</sup>. Neben der Entwicklung stellen die beteiligten Firmen der Bundesregierung enorme Summen in Rechnung. Eine Übersetzung der App ins Kurdische zum Beispiel soll rund 250.000 Euro kosten<sup>44</sup>. Aufgrund dieser hohen Ausgaben mehren sich die kritischen Stimmen, die eine objektive Bewertung fordern. Denn im Grunde setzt die Corona-Warn-App lediglich auf eine Funktion auf, die im iOS- und Android-Betriebssystem vorhanden ist.

### **Wer hat es erfunden?**

Dazu erklärte der Sprecher des Chaos Computer Club, Linus Neumann in der WirtschaftsWoche: Apple und Google haben die technischen Rahmenbedingungen für den Datenaustausch definiert und letztendlich damit die Entscheidung für das dezentrale Modell getroffen<sup>45</sup>. Auch Wissenschaftler der TU Darmstadt haben im Frühjahr bereits vermutet, dass die Funktion der Kontaktverfolgung ins

Android- und iOS-Betriebssystem integriert wird<sup>46</sup>. Damit ist die Nachverfolgung direkt über das Betriebssystem möglich. Im Zuge der neuen iOS-Version 13.7 und Android 6 kann diese Funktion in den Einstellungen der Smartphones aktiviert werden. Bisher waren nationale Warn-Apps zusätzlich notwendig, um eine Infektion zu melden. In Zukunft könnten Länder und Behörden jedoch gänzlich auf die integrierte Technologie von Apple und Google setzen.

Rein technisch verändert sich wenig: die während des Kontakts erzeugten Zufallsschlüssel werden statt über die offizielle Corona-Warn-App direkt aus dem Betriebssystem an die Backend-Server übertragen. Was auf den ersten Blick wie eine Vereinfachung aussieht, offenbart auf den zweiten Blick deutliche Schwächen.

### **Souveränität statt Dominanz von Google und Apple**

Zunächst der Mangel an Transparenz. Aus der vielfach diskutierten datenschutzrechtlichen Diskrepanz ergibt sich zudem eine Frage des Vertrauens: Sind Apple und Google eine vertrauenswürdige Instanz?

---

<sup>41</sup> <https://fragdenstaat.de/anfrage/vertragsdokumente-zur-corona-app-mit-der-telekom-und-sap/513354/anhang/Vertrag%20Telekom.pdf>

<sup>42</sup> <https://www.golem.de/sonstiges/zustimmung/auswahl.html?from=https%3A%2F%2Fwww.golem.de%2Fnews%2Fbundesregierung-entwicklung-von-corona-app-kostet-20-millionen-euro-2006-149033.html>

<sup>43</sup> <https://www.nzz.ch/technologie/die-beste-corona-app-ist-auf-dem-boden-der-realitaet-angekommen-ld.1574541>

<sup>44</sup> [https://twitter.com/cem\\_oezdemir/status/1304064631217020930?s=09](https://twitter.com/cem_oezdemir/status/1304064631217020930?s=09)

<sup>45</sup> <https://www.wiwo.de/technologie/digitale-welt/corona-app-jetzt-noch-die-juristische-keule-auszupacken-waere-kontraproduktiv/25756524-all.html>

<sup>46</sup> <https://tracecorona.net/de/2020/06/12/corona-tracing-ansatz-von-google-und-apple-hat-defizite-bei-datenschutz-und-sicherheit/>

Während der Quellcode der offiziellen Corona-Warn-App öffentlich zugänglich ist, sind die Quellcodes der Betriebssysteme von Apple und Google – auch von Experten – schwieriger zu überprüfen. Auch wenn nur wenige den Quellcode der offiziellen Corona-Warn-App einsehen, schafft allein die Möglichkeit es tun zu können, mehr Vertrauen und Akzeptanz als die Datenschutzrichtlinien dieser beiden Unternehmen.

Nicht nur in fehlender Transparenz zeigen sich Schwachstellen. Die ohnehin schon enorme Datenmacht dieser beiden Konzerne wächst weiter. Das wirft die Frage nach der technologischen Souveränität auf. Wem obliegt die Aufgabe, die Gesundheit der Bevölkerung zu schützen? Amerikanischen Datenriesen oder der Regierung? Damit die Menschen auf die Tracing-Funktion vertrauen, sind der Schutz persönlicher Daten und die Gewährleistung der Anonymität der Nutzer und Nutzerinnen unverzichtbar.

Entscheidend ist, wer die Kontrolle über die Daten hat. Neben dem möglichen Verlust der technologischen Souveränität und der damit verbundenen steigenden Abhängigkeit von Apple und Google steht noch eine weitere Frage im Raum: Was passiert, wenn der technische Support für die bisher entwickelten Tracing-Apps eingestellt wird?

Bisher ist unser Gesundheitssystem ein Bereich, der nur wenig von der Dominanz und der Datensammlung dieser beiden Datenriesen betroffen war. Wollen wir diesen Bereich aufgeben? Apple und Google haben Zugriff auf Unmengen an Nutzerdaten. Wer garantiert, dass die bereits gesammelten Daten nicht mit den Contact-Tracing-Daten verbunden und in Beziehung zueinander gesetzt werden? Wie bereits erwähnt leidet die Contact-Tracing-Schnittstelle von Google und Apple immer noch unter Datenschutzängeln wie etwa der Möglichkeit Bewegungsprofile von infizierten Nutzer\*innen zu erstellen. Und wer garantiert, dass sich andere Staaten nicht einmischen und die Contact-Tracing-Ergebnisse etwa durch Relay-Angriffe manipuliert werden?

### **Dranbleiben, um effektive Lösungen zu fördern**

Unser Überblick hat verschiedene Aspekte der auf dem von Google und Apple basierenden Contact-Tracing-Ansatz am Beispiel der deutschen Corona-Warn-App (CWA) gezeigt. Neben den hier angesprochenen Fragen sind noch viele weitere offen:

- Erfüllt die Corona-Warn-App langfristig die Erwartungen, die die Regierungen verkauft haben oder erweist sie sich aufgrund fehlender Maßnahmen zur Bewertung in ihrer Wirksamkeit als gescheitert?
- Warum sollten die europäischen Länder zulassen, dass Google und Apple ihre technologische Souveränität bedrohen und die Tür zu ihrem öffentlichen Gesundheitssystem geöffnet wird?
- Was passiert, wenn Google und Apple die Unterstützung der API einstellen oder die Funktionalität selbst als App zur Verfügung stellen würden?
- Was sind die langfristigen Folgen dieser Technologie, die heute bereits in fast allen Smartphones integriert ist und damit den Datengiganten Apple und Google ermöglicht, noch mehr Daten über uns zu sammeln?
- Warum sollten wir die potenziellen Gefahren für die Privatsphäre und die Sicherheit akzeptieren, die durch die Art und Weise, wie GEAN konzipiert und umgesetzt wird, auf uns zukommen?
- Wann werden wir eine digitale Infrastruktur schaffen, die ein datenschutzkonformes Feedback durch die Contact-Tracing-App ermöglicht?

Die Moral der Geschichte ist, dass die digitale Kontaktverfolgung in der aktuellen Pandemiesituation ein hilfreiches Werkzeug ist, um die Nachverfolgung manuell zu unterstützen sowie den Infektionsprozess einzudämmen und dadurch Menschenleben zu retten. Jedoch hat die von der Corona-Warn-App verwendete Apple- und Google-Technologie grundlegende Sicherheits- und Datenschutzprobleme. Diese Schwachstellen sollten so schnell wie möglich durch ein umfassendes Technologie-Update behoben werden sollten, um das Vertrauen in die Tracing-Apps zu stärken.

Darüber hinaus bietet diese Technologie den großen Datensammlern ein unvorhersehbares Maß an Macht und bedroht somit nicht nur unsere technologische Souveränität, sondern auch unser öffentliches Gesundheitssystem. Wir brauchen eine substantielle Aktualisierung der gegenwärtigen Lösung. Und nicht zuletzt werfen wir die Frage auf, warum nur eine nationale Tracing-App eingesetzt wird, obwohl bereits innovative Ideen für Unternehmen, Schulen und Indoor-Veranstaltungen verwirklicht wurden und eingesetzt werden.

Zudem brauchen wir eine digitale Infrastruktur und genauere Informationen, die es uns ermöglichen, die Wirksamkeit der dezentralen Kontaktverfolgung zu bewerten. Daher sind aus unserer Sicht weitere akademische Diskussionen und tiefgreifende Studien dringend erforderlich. Wir sollten der Debatte nicht aus Angst vor einem negativen Ergebnis ausweichen, sondern im Interesse aller Beteiligten eine ehrliche Diskussion und kritische Bewertung fördern.

*Aktuelle Autoren:*

*Prof. Dr.-Ing. Alexandra Dmitrienko; Universität Würzburg*

*Lisa Fröhlich; Technische Universität (TU) Darmstadt*

*Dr.-Ing. Markus Miettinen; Technische Universität (TU) Darmstadt*

*Thien Duc Nguyen, Technische Universität (TU) Darmstadt*

*Prof. Dr.-Ing. Ahmad-Reza Sadeghi; Technische Universität (TU) Darmstadt*