

Lara Malberger

# Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst

27. Juli 2020

**Seit Jahren forschen Wissenschaftler:innen an RNA-Impfungen. In der Pandemie könnten diese das erste Mal zum Einsatz kommen.**

Die Geschichte des Menschen wurde von Anfang an immer wieder von verschiedenen Seuchen geprägt. Deshalb handelt sie auch immer wieder davon, wie Menschen Epidemien bekämpfen und überwinden. Gelingen ist das schon häufig: etwa bei den Pocken, die durch einen Impfstoff ausgerottet werden konnten. <sup>#1</sup> Oder bei HIV <sup>#2</sup> und Aids, die zwar nie besiegt, mithilfe verschiedener Maßnahmen und Medikamente aber kontrollierbar wurden.

Wie genau wir aus der aktuellen Coronapandemie wieder herauskommen, ist bislang zwar noch nicht klar. Sicher ist jedoch, dass ein Weg aus der Krise ein wirksamer Impfstoff gegen das Virus wäre. <sup>#3</sup> Klar ist auch, dass die ganze Weltbevölkerung mit dem Impfstoff versorgt werden müsste. Er muss also nicht nur wirksam sein, sondern auch in kurzer Zeit in großen Mengen hergestellt werden können.

Mittlerweile gibt es weltweit 218 Impfstoffkandidaten, <sup>\*1</sup> an denen geforscht wird. <sup>#4</sup> Darunter ist auch eine Art der Impfung, die bisher nie in der Praxis angewandt wurde: die RNA-Impfung. <sup>\*2</sup> Diese Impfung hat gleich mehrere Vorteile, die in der Pandemie nützlich sein könnten. Sie

lässt sich nicht nur besonders schnell und günstig herstellen, sondern auch einfach anpassen, falls sich das Virus verändern sollte. Die RNA-Impfung könnte zudem nicht nur gegen das Coronavirus SARS-CoV-2 helfen, sondern auch gegen andere Infektionskrankheiten, Krebs und multiresistente Keime.

Was genau hat es mit der neuen Impftechnologie auf sich? Wie funktioniert sie, welches Potenzial und welche Risiken schlummern darin?

## **Um einen Impfstoff zu entwickeln, muss man das Virus verstehen – und die Reaktion unseres Körpers**

Um zu verstehen, wie die RNA-Impfung funktioniert, fangen wir ganz vorne an: bei den Viren, gegen die die Impfung schützen soll. Und weil Coronaviren gerade besonders im Mittelpunkt der Aufmerksamkeit stehen, nehmen wir diese als Beispiel.

Optisch kann man sich das Coronavirus wie einen stacheligen Ball vorstellen. Dieser Ball ist von einer Eiweißhülle umgeben. Deshalb spricht man beim neuen Coronavirus auch von einem »behüllten Virus«. Die Stacheln, die in den Virusdarstellungen von dem Ball abstehen, sind Proteine. Sie helfen dem Virus, im Körper an menschliche Zellen anzudocken. Beim Coronavirus heißen sie Stachelproteine oder auf Englisch Spike-Proteine. Darauf werden wir später noch einmal zurückkommen.

Unsere Körperzellen kann man sich vorstellen wie kleine Fabriken, die am Fließband jede Menge Bausteine für unseren Körper produzieren. Jede Zelle arbeitet nach einem bestimmten Plan. Dockt ein Virus an die Zelle an, schleust es einen eigenen Plan in die Zelle ein und verändert damit deren Arbeit. Statt ihrer eigentlichen Aufgabe nachzukommen, baut die Zelle an ihrem Fließband nun Viren. Irgendwann ist die Zellfabrik so voll

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

davon, dass sie platzt. Die Viren gelangen in den Körper, wo sie weitere Zellen kapern, manipulieren und zerstören. Soweit die Kurzform, wie sich ein Virus im Körper verbreitet.

## Der Körper reagiert auf das Virus und wir werden krank

Wichtig für die spätere Impfung ist vor allem, wie der Körper – insbesondere das Immunsystem – auf die Viren reagiert. Es versucht, die Eindringlinge so schnell wie möglich wieder loszuwerden, damit die betroffenen Zellen wieder ihren eigentlichen Aufgaben nachgehen können. Infizieren wir uns das erste Mal mit einem Virus, muss unser Körper zunächst ein passendes Gegenmittel, die Antikörper, gegen den neuen Erreger entwickeln. Bei SARS-CoV-2 dauert es etwa 2 Wochen, bis sich Antikörper im Blut messen lassen. #5

Zuvor kämpft der Körper zwar auch gegen das Virus, aber weniger zielgerichtet. Diese erste unspezifische Antwort des Immunsystems funktioniert bei gesunden Menschen ab der Geburt – also schon bevor sie jemals Kontakt mit irgendwelchen Erregern hatten. Je nach Erreger und gesundheitlicher Verfassung der Erkrankten reagiert unser Körper jedoch unterschiedlich auf eine Infektion. #6

Gerade bei älteren Menschen reagiert das Immunsystem oft langsamer auf ihm unbekannte Erreger. In manchen Fällen führt das dazu, dass sich der Erreger ungestört ausbreiten kann, bevor er von der Immunabwehr bemerkt wird. Reagiert das Immunsystem, kann die Reaktion dafür dann umso heftiger ausfallen: Anstatt nur die infizierten Zellen zu attackieren, geht die Immunabwehr auch auf gesunde Zellen los. Es werden also gekaperte und nichtgekaperte Fabriken zerstört. Das ist einer der Gründe dafür, warum das Coronavirus gerade für ältere Menschen so gefährlich werden kann. Ob jemand heftig auf das Virus reagiert oder nicht, lässt sich allerdings kaum vorhersehen.

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

## Warum ein Impfstoff überhaupt wichtig ist

Ein Impfstoff könnte das Risiko deutlich senken, schwer zu erkranken. Er würde zudem die Weiterverbreitung des Virus bremsen und so irgendwann auch Menschen schützen, die sich nicht impfen lassen können oder wollen. #7 Dann wäre auch die Rückkehr zu einem normalen Alltag ohne Abstand, Maske und Ansteckungsrisiko möglich. Läuft alles nach Plan, könnte ein erster Impfstoff bis Mitte 2021 verfügbar sein.

*Bis ein Impfstoff speziell gegen das neue Coronavirus gefunden ist, könnte eine Tuberkulose-Impfung helfen, die Zeit zu überbrücken. Wie sie funktioniert, hat unsere Gastautorin Sarah Emminghaus hier aufgeschrieben:*

Ein Impfstoff würde unseren Körper gezielt auf den Erreger vorbereiten – und zwar ohne dass er vorher eine echte Infektion durchmachen muss. \*3 Momentan funktioniert die Impf-Immunsisierung meist auf eine der folgenden beiden Arten:

- > **aktive Impfung:** Bei dieser Impfmethode werden Bruchstücke von Erregern, abgetötete Erreger und in seltenen Fällen auch lebendige, aber abgeschwächte Erreger in die Blutbahn gespritzt, die selbst nicht mehr krankmachen können. Sie sind wie eine Art Phantombild des Virus: Der Körper sieht zwar nur einen Teil des Übeltäters, bereitet sich auf diesen aber genauestens vor, indem er Antikörper gegen die Erreger(-bruchstücke) bildet. Trifft nun ein funktionsfähiges Virus ein, sieht das zwar etwas anders aus als auf dem Phantombild. Es hat aber große Ähnlichkeit. Das vorbereitete Immunsystem erkennt das Virus und kann schnell reagieren. Die meisten verbreiteten Impfungen zählen zu den aktiven Impfstoffen, etwa jene gegen Masern, Mumps und Röteln.

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- > **passive Impfung:** Bei der passiven Impfung werden dem Körper direkt Antikörper gegen einen Erreger injiziert – er muss diese also nicht erst selbst bilden. Allerdings werden die Antikörper mit der Zeit wieder ausgeschieden, weshalb diese Impfungen häufiger aufgefrischt werden müssen. Sie werden vor allem dann eingesetzt, wenn der Erreger schon im Körper vermutet wird: wenn beispielsweise nach einem Tierbiss eine Tetanus-Impfung verabreicht wird. Solche Antikörper werden meist aus Blutplasma von Personen gewonnen, die bereits Antikörper gegen einen Erreger gebildet haben.

Auch diese beiden altbewährten Impfstoffarten sind Teil der Forschung an einem Corona-Impfstoff. Sie haben aber einen zentralen Nachteil: Selbst wenn ein passender Impfstoff gefunden ist, wäre es aufwendig und langwierig, genug davon zu produzieren. Genau hier könnte ein Vorteil der RNA-Impfungen liegen.

## So funktioniert die RNA-Impfung

Die RNA-Impfung geht einen etwas anderen Weg als die verbreiteten Impfstoffe. Es werden weder abgeschwächte Viren noch Antikörper injiziert, sondern, wie der Name schon vermuten lässt, RNA, genauer gesagt sogenannte Messenger-RNA (mRNA). mRNA ist mit einer Druckvorlage vergleichbar: Normalerweise baut die Zelle nach dieser Vorlage Proteine, die für die Funktion unseres Körpers wichtig sind. Die mRNA, die mit der Impfung injiziert wird, <sup>4</sup> schleust nun von außen eine Anleitung in den Körper, die im Labor konstruiert wurde. Die Zellen merken jedoch nicht, dass die Anleitung von außen kommt, und produzieren einfach das, was die Vorlage zeigt: die Spike-Proteine des Coronavirus.

Den Körper Bruchstücke jenes Virus herstellen zu lassen, das gerade die Leben so vieler Menschen bedroht – das klingt zunächst nach einer etwas heiklen Idee. Tatsächlich ist es weniger dramatisch, als es sich vielleicht anhört: Denn als einzelnes Bauteil ist das Protein ziemlich harmlos. Es

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

kann beispielsweise keine neuen Viren produzieren. Auch hier lässt sich das Virusteilchen mit einem Phantombild vergleichen, nur dass der Körper das Bild diesmal selbst gezeichnet hat.

Das kleine Bauteil bringt unseren Körper dazu, ein spezifisches Gegenmittel gegen das Stachelprotein zu entwickeln: einen Antikörper, der zielgenau an dem Protein andocken kann. Durch das Andocken sorgen die Antikörper dafür, dass das Protein inaktiviert wird, also sich an keine Zelle mehr binden kann. Zum anderen markieren sie es für Killerzellen, die es zerstören.

Dieses Gegenmittel funktioniert nicht nur bei dem einzelnen Protein, sondern auch wenn ein ganzes, funktionsfähiges Virus in den Körper eindringt, denn die Antikörper erkennen das Protein an der Oberfläche des Virus – wieder hat das Phantombild sie auf die Begegnung vorbereitet. Im Grunde läuft dieser Prozess ähnlich ab wie bei anderen Impfungen auch. Mit einem entscheidenden Vorteil: Die Erregerbruchstücke werden nicht im Labor produziert, sondern vom Körper selbst. Mit der RNA wird quasi pure Information verabreicht, mit deren Hilfe der Körper den Impfstoff dann herstellen kann.

Forscher:innen zufolge hat die mRNA-Impfung unter anderem folgende Vorteile: <sup>#8</sup>

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- > **RNA lässt sich schnell und günstig herstellen und leicht anpassen.** Die Sorge, dass ein Impfstoff nicht für alle reicht, <sup>#9</sup> besteht schon jetzt: US-Präsident Donald Trump hat sich zum Beispiel bereits erste Impfstoffe exklusiv für die USA gesichert. <sup>#10</sup> RNA-Impfstoffe könnten dieses Problem mildern, weil sie sich schnell in großen Mengen herstellen lassen. Einer der Vorteile: Für andere Impfstoffe muss zunächst das Virus selbst gezüchtet werden. Das dauert nicht nur seine Zeit, sondern erfordert auch hohe Sicherheitsstandards, die nicht viele Labore bieten könnten. <sup>\*5</sup> Von der reinen RNA geht kein Infektionsrisiko aus, was die Produktion vereinfacht. Bis zu 400 Millionen Dosen an RNA-Material könnte allein die Firma Curevac in Tübingen nach eigenen Angaben in einem Jahr herstellen. In den nächsten Jahren sollen es mithilfe einer neuen Maschine bis zu eine Milliarde Dosen pro Jahr werden. Wie viele Impfdosen letztendlich nötig sein werden, um die Weltbevölkerung zu versorgen, lässt sich momentan allerdings kaum vorhersehen. <sup>\*6</sup>
- > **Das Risiko für Verunreinigungen ist sehr gering,** da der Impfstoff aus reiner mRNA besteht – herkömmliche Impfungen haben viele verschiedene Bestandteile.
- > **RNA wird nicht in das Genom integriert** und schnell vom Körper abgebaut. <sup>#11</sup> Anders als DNA kann RNA nicht in das Erbgut einer Zelle eingebaut werden. <sup>\*7</sup> Das liegt daran, dass die Erbinformation im Zellkern als DNA gespeichert ist – sie ist quasi nicht mit der RNA kompatibel. <sup>\*8</sup>

Trotz aller Vorteile gibt es in der Theorie natürlich auch Risiken, die Forscher:innen gerade in ersten klinischen Studien genau unter die Lupe nehmen. Einer dieser Forscher ist der Mediziner Uğur Şahin, <sup>#12</sup> der mit seinem Biotechnologie-Unternehmen Biontech in Mainz gemeinsam mit dem US-amerikanischen Pharmakonzern Pfizer an der Entwicklung eines mRNA-Impfstoffes arbeitet.

Der Impfstoffkandidat des Unternehmens wurde kürzlich zu einer Phase-1-Studie zugelassen. <sup>\*9</sup>

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

In einer Pressekonferenz, die das Science Media Center <sup>#10</sup> dazu kürzlich organisiert hat, sagt Şahin: <sup>#13</sup>

*»Natürlich gibt es, wie bei jedem Arzneimittel, eine ganze Reihe von Restrisiken. [...] Jeder, der geimpft wird, weiß, dass dann der Arm ein bisschen wehtun kann, dass Müdigkeit entstehen kann, sogar ein bisschen Fieber entstehen kann. Das sind Aspekte, die auch die Verträglichkeit eines Impfstoffes bestimmen. Und die werden auch im Rahmen dieser klinischen Studie überprüft. [...] Wir untersuchen ausgiebig auch Veränderungen im Blut, die zum Beispiel Hinweise geben können auf Organschäden.« – Uğur Şahin von Biontech in einer Pressekonferenz mit dem Science Media Center*

Auch wenn RNA-Impfungen noch nie außerhalb des Labors angewandt wurden, werden sie schon seit Jahrzehnten erforscht. Einige Probleme konnten in den letzten Jahren bereits gelöst werden: Etwa dass die RNA im Körper zu schnell abgebaut wurde, um wirken zu können. Dennoch bleiben einige andere Probleme bezüglich Wirkung und Herstellung, die die Forscher:innen bei der Entwicklung im Blick haben, beispielsweise: <sup>#14</sup>

- > **Das Immunsystem darf nicht überreagieren**, so wie es das oftmals tut, wenn jemand schwer an Covid-19 erkrankt. Ein mögliches Problem: Die Proteinfabriken könnten zu viele Proteine erstellen. Diese wiederum könnten das Risiko erhöhen, dass der Körper überreagiert und es zu einer ähnlichen Situation kommt wie bei der übertriebenen Immunreaktion auf das Virus. Das ist bisher zwar nicht vorgekommen, aber in der Theorie nicht völlig ausgeschlossen.
- > **Die langfristige Wirkung der Impfung ist noch unklar**. In der Theorie gibt es zwar kaum Risiken. Ob sich das bewahrheitet, muss sich aber in der Praxis in langfristigen Beobachtungen zeigen.
- > **Bisher wurde noch kein RNA-Impfstoff zugelassen**. Es gibt keinen etablierten Weg zur Zulassung, das macht es schwieriger, das Verfahren weiter zu beschleunigen.

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)



- > **RNA-Impfstoffe sind chemisch weniger stabil:** Sie benötigen in der Regel eine ununterbrochene Kühlkette, was ihren Einsatz in Ländern des globalen Südens erschweren kann. Die Forschung arbeitet zwar an stabileren RNA-Impfstoffen, noch gibt es diese aber nicht.

## **Die klinische Prüfung des RNA-Corona-Impfstoffes wurde außergewöhnlich schnell genehmigt – ist sie dennoch sicher?**

Weil der Impfstoff in der Pandemie dringend benötigt wird, werden die klinischen Prüfungen des Corona-Impfstoffes so weit wie möglich beschleunigt. So bekam beispielsweise das Unternehmen Curevac, das ebenfalls an der Entwicklung eines RNA-Impfstoffes forscht, die Genehmigung, die klinische Prüfung zu starten, deutlich schneller, als das üblicherweise der Fall wäre: Normalerweise dauert es im Schnitt 62 Tage vom Antrag bis zur Genehmigung einer klinischen Prüfung. Die Genehmigung für den mRNA-Impfstoff von Curevac dauerte nur 9 Tage. Auch Biontech bekam die Genehmigung, den Impfstoff am Menschen zu testen, schneller als üblich. Der mRNA-Impfstoff der US-amerikanischen Firma Moderna befindet sich aktuell sogar schon in Phase 3, also der letzten Phase der klinischen Studien.

Das Paul-Ehrlich-Institut, <sup>#11</sup> das für die Genehmigung dieser Studien in Deutschland zuständig ist, erklärt auf seiner Website, wie die beschleunigte Zulassung funktioniert. Die Prüfung sei dabei nicht weniger sorgfältig. Wegen der Dringlichkeit sei aber beispielsweise mehr Personal für die Prüfung eingesetzt worden, um den Vorgang zu beschleunigen. <sup>#15</sup>

Bei der Zulassung werde darauf geachtet, dass der Nutzen der Impfstoffe das Risiko weit überwiegt, sagt der Präsident des Paul-Ehrlich-Instituts, Klaus Cichutek, <sup>#16</sup> in der Pressekonferenz mit dem Science Media Center: <sup>#17</sup> Bei den Risiken sei zu unterscheiden, welche Art von Problemen

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

auftreten. Manchmal entstanden durch die Reaktion des Immunsystems vorübergehend Fieber, Kopfschmerzen oder Unwohlsein. Das seien alles akzeptable und vorübergehende Nebenwirkungen. Handelt es sich um stärkere Nebenwirkungen wie hohes Fieber, dann müsse man jedoch eingreifen und zum Beispiel bestimmte Inhaltsstoffe aus dem Impfstoff entfernen, sagt Cichutek.

*»Wir versuchen dann bei den klinischen Prüfungen der Phase 3, wo die Wirksamkeit, aber auch die Sicherheit noch einmal ermittelt werden, Tausende von Probanden zu inkludieren. Manchmal sind es mehrere klinische Prüfungen, manchmal sind es 10.000, um genau diesen Fragen nachzugehen und auch seltene Nebenwirkungen zu erfassen.« – Klaus Cichutek, Paul-Ehrlich-Institut, in einer Pressekonferenz mit dem Science Media Center*

All das wird beim Corona-Impfstoff passieren – wenn auch möglicherweise etwas schneller und mit höherem Personalaufwand. Ist die klinische Prüfung dann abgeschlossen, bedeutet das jedoch nicht automatisch, dass der Impfstoff danach direkt zugelassen wird. Für die offizielle Zulassung in der EU ist die EU-Kommission zuständig. <sup>12</sup>

## **Anfangs wird der Impfstoff nicht für alle reichen**

Erst nachdem die Impfung auch hier zugelassen wurde, prüft die Ständige Impfkommision (STIKO), wer sich impfen lassen sollte, und spricht eine Empfehlung aus.

Relativ wahrscheinlich ist, dass die Impfstoffmengen anfangs nicht für alle Menschen ausreichen werden. Wie genau die Verteilung dann aussehen wird, ist noch nicht ganz klar. Die Impfstoffe werden jedoch so verteilt werden, dass sie den größtmöglichen Nutzen haben. Laut Robert Koch-Institut werden wahrscheinlich Menschen mit einem besonderen Infektionsrisiko, etwa medizinisches Personal, oder Personen mit dem Risiko für einen schweren Verlauf Vorrang haben. <sup>18</sup>

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

## RNA-Impfstoffe könnten auch gegen Krebs und multiresistente Keime helfen

Wann und in welcher Form die Impfung kommt, lässt sich allerdings kaum vorhersehen, bevor im Herbst Studien mit mehr Menschen starten. Am Ende wird es wahrscheinlich auch kein einzelner Impfstoff sein, der das Rennen macht, sondern es werden mehrere Impfstoffe parallel zum Einsatz kommen, um möglichst viele Menschen zu versorgen.

Klar ist: In der Theorie funktioniert die mRNA-Impfung. Und selbst wenn der mRNA-Impfstoff nicht unter den Impfungen sein sollte, die letztendlich zum Einsatz kommen: Die Forschung an der Technologie wird in der Pandemie zumindest einen großen Schritt nach vorn machen. Das könnte sich auch unabhängig von Corona lohnen, denn die Vorteile der RNA-Impfung können sich auch bei anderen Infektionskrankheiten bewähren.

Derzeit gibt es laut Science Media Center gut 2 Dutzend klinische Studien der Phasen 1 und 2, in denen es um die Behandlung von Krebs, Erbleiden und Infektionskrankheiten (zum Beispiel Tollwut, Zika, Chikungunya, Cytomegalie und Influenza) geht.

Die Firma Biontech arbeitet beispielsweise schon seit Längerem an personalisierten Therapien gegen Krebs, die auf RNA-Mitteln beruhen. Das Mittel würde dann speziell auf den Tumor eines einzelnen Patienten oder einer Patientin zugeschnitten. <sup>\*13</sup>

Auch auf einem weiteren Gebiet war die RNA-Forschung bereits vor der Pandemie in vollem Gange: bei der Behandlung von bakteriellen Infektionen. An einem RNA-Medikament gegen multiresistente Keime arbeitet beispielsweise das Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung in Würzburg. <sup>\*14</sup>

Durch die schnelleren Verfahren und die bessere finanzielle Unterstützung kann die Forschung aktuell viel über die RNA-Mittel

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

lernen – und auf viele offene Fragen wahrscheinlich deutlich schneller eine Antwort finden.

*Lara Malberger*

**Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst**  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

## Zusätzliche Informationen

- \*1 189 dieser Impfstoffe befinden sich allerdings noch in der präklinischen Phase, das heißt sie wurden noch nicht offiziell zu einer klinischen Prüfung zugelassen und werden demnach auch noch nicht am Menschen getestet.
- \*2 Genauer gesagt beruhen 27 der 218 Kandidaten für den Impfstoff auf der RNA-Technologie, 5 davon werden in klinischen Studien der Phasen 1–3 untersucht.
- \*3 Trifft uns im Laufe unseres Lebens ein Erreger, mit dem wir vorher bereits Bekanntschaft gemacht haben, weiß der Körper oftmals ganz genau, womit er es zu tun hat. Dann kann er den Erreger viel schneller und effizienter abwehren. Je nach Erreger bricht die gleiche Krankheit nach einer Infektion nicht noch einmal aus.
- \*4 Die mRNA wird meist in einem Lipid-Nano-Partikel verpackt. Diese kann man sich wie eine mikroskopisch kleine Schutzhülle vorstellen. Die Nanopartikel sind wichtig, weil fremde RNA im Körper normalerweise sehr schnell abgebaut wird. Die Partikel verhindern das und sorgen dafür, dass die RNA in die Zelle gelangt.
- \*5 Impfstoffe, die beispielsweise mit abgeschwächten Erregern arbeiten, sind für die Produktion (noch) auf speziell gezüchtete Hühnereier angewiesen, in denen das Virus für den Impfstoff heranwachsen kann. Vor der Impfstoffproduktion müssten also erst einmal genügend Eier her. Das verzögert die Produktion erheblich. Hinzu kommt, dass verbreitete Impfstoffe auch gegen andere Krankheiten weiterhin eingesetzt werden müssen – ein großer Teil der bestehenden Produktionskapazitäten wird dafür benötigt.

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- \*6 Die benötigte Menge an Impfstoffen hängt auch von den Ergebnissen der Studien ab. Wichtig sind Fragen wie: Wie viele Impfdosen sind pro Person nötig und wer soll sich am Ende überhaupt impfen lassen?
- \*7 Warum wäre der Einbau fremder DNA bedenklich? Würde fremde DNA ins Genom einer Zelle eingebaut, könnte sich die Funktion der betroffenen Zelle verändern. Einfach erklärt funktioniert das so: In der DNA ist ein Code festgelegt, sagen wir: »ICH MAG EIS«. Die Information ist immer in 3-Buchstaben-Wörtern gespeichert. Würde jetzt eine neue DNA in das bestehende Genom integriert, würde sich dieser Code verändern, und möglicherweise keinen Sinn mehr ergeben: »ICX HMA GEI SDT«.
- \*8 Bei DNA-Impfungen wäre es theoretisch möglich, dass sie Teile des Genoms eines Zellkerns verändern. Dieses theoretische Risiko habe sich in Studien allerdings nie bestätigt, sagt Cituchek in der Konferenz mit dem Science Media Center. Dass RNA-Impfungen das Genom verändern, ist dagegen schon in der Theorie kaum möglich und in der Praxis bisher ebenfalls nie vorgekommen. Damit das passiert, müsste RNA zunächst in DNA umgewandelt werden. Das Risiko, dass das passiert, gehe allerdings gegen Null, wie beispielsweise [Tugce Aktas, Gruppenleiterin am Max-Planck-Institut für molekulare Genetik, der Deutschen Presse-Agentur hier erklärt](#).
- \*9 In der Studie mit 200 gesunden Freiwilligen geht es unter anderem darum, die optimale Dosis des Impfstoffes zu bestimmen und die Sicherheit der Impfung zu prüfen. Außerdem soll erhoben werden, wie die Immunantwort im Menschen ausfällt. Dabei werden unterschiedliche RNA-Typen und unterschiedliche Längen und Modifikationen des Stachelproteins getestet sowie der Einfluss einer zweiten Impfung geprüft. Die Pressemitteilung des Paul-Ehrlich-Instituts zum Studienstart [findest du hier](#).

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- \*10 Das Science Media Center Germany ist eine unabhängige und gemeinwohlorientierte Wissenschaftsredaktion, die Journalist:innen bei der Berichterstattung über Themen mit Wissenschaftsbezug unterstützt. Es stellt Hintergrundwissen, Einschätzungen und Zitate zu tagesaktuellen Geschehnissen aus der Wissenschaft zur Verfügung und organisiert Pressekonferenzen und Briefings mit Expert:innen aus der Wissenschaft.
- \*11 Das Paul-Ehrlich-Institut ist als Bundesinstitut für Impfstoffe und biomedizinische Arzneimittel eine Bundesoberbehörde. Das Institut mit Sitz in Langen bei Frankfurt am Main erforscht und bewertet biomedizinische Humanarzneimittel und immunologische Tierarzneimittel und lässt diese Arzneimittel zu. Es ist für die Genehmigung klinischer Prüfungen sowie die Erfassung und Bewertung möglicher Nebenwirkungen zuständig.
- \*12 Die Zulassung erfolgt über ein zentrales Verfahren, das die Europäische Arzneimittelagentur (EMA) koordiniert. 2 Arzneimittelbehörden aus Mitgliedstaaten der EU leiten die Überprüfung an.
- \*13 Die Idee ist ähnlich wie die der RNA-Impfung: Die Wissenschaftler:innen analysieren, welche Proteine auf einer bestimmten Tumorzelle sitzen. Dann injizieren sie eine RNA, die die Produktion dieser Oberflächenproteine im Körper veranlasst. Das Immunsystem produziert dann wie bei der Impfung gezielte Antikörper, die nicht nur die einzelnen Proteine, sondern auch die Krebszellen angreifen sollen. In einer Studie wurde 13 Patienten eine solche maßgeschneiderte RNA-Therapie verabreicht, bei 9 der Patient:innen ging der Krebs zurück und kehrte innerhalb von 2 Jahren nicht zurück. Ein erster Erfolg, aber um sichere Aussagen zu treffen, muss das Mittel an noch mehr Menschen getestet werden. Bis es zum Einsatz kommt, sind also noch weitere Studien nötig – einige laufen bereits, die finalen Ergebnisse stehen jedoch noch aus. [Einen Nature-Artikel zur Studie findest du hier \(englisch, 2017\).](#)

Lara Malberger

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- \*14 Statt messenger-RNA kommt hier allerdings regulatorische RNA zum Einsatz, die eine etwas andere Aufgabe hat: Statt die Proteinproduktion anzuleiten, blockiert sie lebenswichtige Funktionen einer bestimmten Zelle, beispielsweise eines Bakteriums. Der Vorteil: Die RNA lässt sich leicht anpassen, wenn sich ein Bakterium verändert und Resistenzen entwickelt. Auch hier befinden sich derzeit verschiedene Mittel in der Entwicklung. [Die Website des Instituts findest du hier.](#)

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)




# Quellen und weiterführende Links

- #1 Wie die Menschheit die Pocken ausgerottet hat, liest du hier  
♂ <https://perspective-daily.de/article/1233>
  
- #2 Wie HIV seinen Schrecken verliert, liest du hier  
♂ <https://perspective-daily.de/article/1209>
  
- #3 Das Paul-Ehrlich-Institut beantwortet auf seiner Website viele Fragen zur Entwicklung des Corona-Impfstoffes – unter anderem, warum diese so wichtig ist  
<https://www.pei.de/DE/newsroom/dossier/coronavirus/coronavirus-no-de.html>
  
- #4 Eine vollständige Übersicht über alle Kandidaten und ihren derzeitigen > Forschungsstand findest du hier (englisch)  
[https://vac-lshtm.shinyapps.io/ncov\\_vaccine\\_landscape/](https://vac-lshtm.shinyapps.io/ncov_vaccine_landscape/)
  
- #5 Informationen über den Antikörpernachweis finden sich hier beim Robert > Koch-Institut  
<https://bit.ly/2EdmFGR>
  
- #6 Ein gesundes Immunsystem hilft unserem Körper, mit Erregern  
♂ zurechtzukommen, kann ihn aber nicht immer schützen. Was es gesund hält, schreibe ich hier  
<https://perspective-daily.de/article/1258/>
  
- #7 Wie wir die Masern auch ohne Impfpflicht ausrotten könnten, schreibt  
♂ Niklas Bub hier  
<https://perspective-daily.de/article/857>

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- #8** Hier fasst das Science Media Center auf Deutsch zusammen, wie berechtigt die Hoffnung auf einen RNA-Impfstoff ist  
<https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/fact-sheet/details/news/wie-berechtigt-sind-hoffnungen-auf-rna-impfstoffe-gegen-sars-cov-2/>
- #9** Wie können wir erreichen, dass ein Impfstoff alle erreicht? Darüber  schreibt Chris Vielhaus hier  
<https://perspective-daily.de/article/1199>
- #10** Die Tagesschau berichtet, dass die US-Regierung bereits 100 Millionen  
> Impfdosen der Firma Pfizer bezahlt hat  
<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/pfizer-biontech-usa-corona-101.html>
- #11** Dass RNA-Impfungen nicht in das Genom eingebaut werden können, wird  
> zum Beispiel in diesem Nature-Artikel erklärt (sowie vieles mehr zum Thema) (englisch, 2018)  
<https://www.nature.com/articles/nrd.2017.243>
- #12** Das Profil von Uğur Şahin findest du hier  
<https://biontech.de/de/our-dna/fuehrungsteam>
- #13** Das vollständige Transkript des Press-Briefings des Science Media Centers  
> findest du hier (2020)  
[https://www.sciencemediacenter.de/fileadmin/user\\_upload/Press\\_Briefing\\_Zubehoer/Transkript\\_vPB\\_Tiermodelle\\_Corona\\_30062020.pdf](https://www.sciencemediacenter.de/fileadmin/user_upload/Press_Briefing_Zubehoer/Transkript_vPB_Tiermodelle_Corona_30062020.pdf)
- #14** Die Risiken werden auch in der Zusammenstellung des Science Media Centers aufgeführt  
<https://www.sciencemediacenter.de/alle-angebote/fact-sheet/details/news/wie-berechtigt-sind-hoffnungen-auf-rna-impfstoffe-gegen-sars-cov-2/>

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)

- #15** Hier kannst du das komplette FAQ zum Presse-Briefing des  
> Paul-Ehrlich-Instituts zur Impfstoffzulassung lesen  
[https://www.pei.de/SharedDocs/Downloads/DE/newsroom/dossiers/faq-pressebriefing-zweite-studie-sars-cov-2-impfstoff.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.pei.de/SharedDocs/Downloads/DE/newsroom/dossiers/faq-pressebriefing-zweite-studie-sars-cov-2-impfstoff.pdf?__blob=publicationFile&v=5)
- #16** Hier findest du das Profil von Klaus Cichutek auf der Website des  
Paul-Ehrlich-Instituts  
<https://www.dzif.de/de/klaus-cichutek>
- #17** Das vollständige Transkript des Press-Briefings des Science Media Centers  
> findest du hier (2020)  
[https://www.sciencemediacenter.de/fileadmin/user\\_upload/Press\\_Briefing\\_Zubehoer/Transkript\\_vPB\\_Tiermodelle\\_Corona\\_30062020.pdf](https://www.sciencemediacenter.de/fileadmin/user_upload/Press_Briefing_Zubehoer/Transkript_vPB_Tiermodelle_Corona_30062020.pdf)
- #18** Hier findest du die genaue Erläuterung des Robert Koch-Instituts zur  
> Impfverteilung (2020)  
<https://www.rki.de/SharedDocs/FAQ/COVID-Impfen/COVID-19-Impfen.html>

*Lara Malberger*

Was du über RNA-Impfstoffe wissen musst  
[perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI](https://perspective-daily.de/article/1347/JkKLRpCI)