

## Kommentar zu Ralph Heidenreichs: „Ich geh spazieren“

Autor: Manuel Hirner, Bachelor of Science (Pharmazeutische Biotechnologie), momentan eingetragener Student der Universität Ulm im Masterstudiengang Biochemie.

Gegenstand dieses Kommentars sind Aussagen des Gemeinderatsmitglieds Ralph Heidenreich, welche dieser auf seiner Webseite [www.ralph-heidenreich.de](http://www.ralph-heidenreich.de) veröffentlicht hat. Ziel dieses Kommentars ist es, die objektiv falschen Aussagen des Herrn Heidenreich zu kommentieren und zu korrigieren.

### **Folgend die Aussagen des Herrn Heidenreich:**

„Montag abends um sechs gehe ich spazieren. Ich zeige so meine Unzufriedenheit mit einer drohenden Impfpflicht.

Dabei ist Impfen schon der falsche Begriff. Vor Corona war eine Impfung die Gabe kleiner Mengen abgeschwächter Krankheitserreger um das Immunsystem zu trainieren. Inzwischen wird darunter die Injektion großer Mengen synthetischer Messenger-RNA verstanden um Körperzellen zur Produktion von in dieser RNA codierten Proteinen zu zwingen. Dies ist meiner Meinung nach ein ganz unterschiedliches Verfahren das den Begriff der Impfung nicht verdient. Ich spreche deshalb im folgenden nicht von Impfung sondern von mRNA-Behandlung.

Seit einem Jahr wird nun intensiv versucht die Ausbreitung der Corona-Virus Erkrankung mit einer solchen mRNA-Behandlung zu stoppen. Die so behandelten Menschen seien voll geschützt hieß es. Die heutigen Zahlen sprechen aber eine andere Sprache. Ein Vergleich der Inzidenzen sowohl innerhalb der Bundesrepublik als auch international zeigt keine Eindämmung der Krankheit in den stärker durchgeimpften Gebieten. Die mRNA-Behandlung ist flächendeckend gescheitert.

Anfangs war mein Zögern mich dieser Behandlung zu unterziehen in meiner Skepsis gegenüber der Gentechnik und in befürchteten Nebenwirkungen begründet. Die bestenfalls bescheidene Wirkung der mRNA-Behandlung bestärkt mich in meiner Zurückhaltung. Ich sehe derzeit überhaupt keinen Grund mich an diesem medizinischen Großversuch zu beteiligen und fühle mich von einer Impfpflicht eher bedroht.

Solange das so ist werde ich weiterhin - wenn ich irgendwie Zeit habe - Montag abends um sechs spazieren gehen und freue mich auf nette Gespräche auf der Gass.

Ralph Heidenreich“

*Veröffentlicht am 20.01.2022, Stand 27.01.2021.*

## Kommentare

### 1. Aussage des Herrn Heidenreich:

**„Dabei ist Impfen schon der falsche Begriff. Vor Corona war eine Impfung die Gabe kleiner Mengen abgeschwächter Krankheitserreger um das Immunsystem zu trainieren.“**

Nach §2 Nr. 9 des Infektionsschutzgesetzes ist eine Impfung „die Gabe eines Impfstoffes mit dem Ziel, vor einer übertragbaren Krankheit zu schützen“<sup>[1]</sup>. Weder historisch noch in der Praxis ist die Aussage des Herrn Heidenreich korrekt. Schon das erste historische Beispiel einer Impfung widerspricht der Definition des Herrn Heidenreich. 1796 impfte der englische Arzt Edward Jenner einen Jungen mit lebenden Kuhpocken, einem mit dem Pockenvirus verwandten Virus, das in Menschen keinen schweren Krankheitsverlauf, jedoch eine Immunität gegen das Pockenvirus verursacht<sup>[2]</sup>. Eine Impfung muss keine abgeschwächten Krankheitserreger enthalten, um als solche zu gelten und als solche zu fungieren. Auch die in der Bevölkerung weitestgehend akzeptierte Tetanusimpfung enthält keine abgeschwächten Krankheitserreger, noch Erreger in irgendeiner Form. Gegen Tetanus (Wundstarrkrampf) wird ein sogenannter Toxoidimpfstoff eingesetzt, der einen Bestandteil des Toxins enthält, das von dem Bakterium *Clostridium tetani* abgesondert wird und für das Krankheitsbild verantwortlich ist.<sup>[3]</sup>

Die Definition eines Impfstoffes, die Herr Heidenreich vorgenommen hat, ist somit faktisch falsch.

## 2. Aussage des Herrn Heidenreich:

**„Inzwischen wird darunter die Injektion großer Mengen synthetischer Messenger-RNA verstanden um Körperzellen zur Produktion von in dieser RNA codierten Proteinen zu zwingen.“**

Weder hat sich die Definition eines Impfstoffes durch die neuen mRNA-Impfstoffe verändert, noch werden große Mengen mRNA verabreicht. Eine Dosis des Impfstoffs Comirnaty der Firma Biontech enthält 30 µg mRNA<sup>[4]</sup>, dies sind 0,000030 g mRNA. Die mRNA des Spikeproteins des Coronavirus, welche hier verwendet wird, hat eine Länge von 3819 RNA-Basen<sup>[5]</sup>, welche jeweils im Schnitt ein Molekulargewicht von 339.5 g/mol aufweisen. Das gesamte RNA-Molekül weist somit ein Molekulargewicht von ungefähr 1296550,5 g/mol, auf. Somit enthält eine Dosis Comirnaty  $2,31 \times 10^{-11}$  mol des mRNA-Moleküls, dies sind ausgeschrieben 0,0000000000231 mol. Dies ist eine Stoffmenge, die durchaus biologisch relevant ist, jedoch weit weg von einer großen Menge.

Im Weiteren möchte ich auf den Begriff „Zwang“ eingehen, den Herr Heidenreich im Zusammenhang mit dem Wirkmechanismus der mRNA-Vakzine verwendet. Hierfür wird jedoch eine Erklärung der grundlegenden Mechanismen benötigt, die im Folgenden vereinfacht, jedoch für den Laien verständlich dargelegt wird.

## Zell- und molekularbiologische Grundlagen

### Funktion der DNA, der mRNA und der Proteine

In jeder Zelle des menschlichen Körpers befindet sich ein Zellkern, ein vom Rest der Zelle abgegrenzter Bereich, der DNA enthält. Diese Erbsubstanz ist im Prinzip in jeder Zelle des Körpers identisch, und ihre Hauptaufgabe ist die sogenannte Codierung von Proteinen.

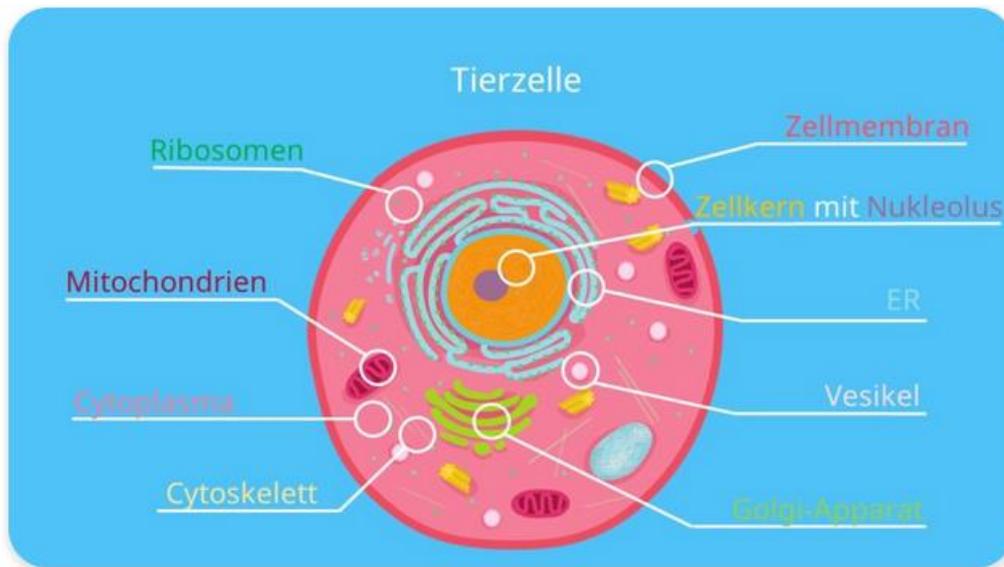


Abbildung 1: Schematische Darstellung einer Säugetierzelle mit Zellorganellen, im Zentrum der Zellkern, der die DNA der Zelle enthält.

Proteine sind eine wichtige Klasse an Molekülen der Zelle, die essenzielle Funktionen erfüllen. Beispielsweise sind Enzyme Proteine, die verschiedene Moleküle spalten. Insulin ist ein bekanntes lebensnotwendiges Protein, und unsere Zellen besitzen für ihren Zusammenhalt ein sogenanntes Zytoskelett aus dem Protein Aktin. Nahezu an jedem Prozess innerhalb einer Zelle sind Proteine beteiligt, und der Mensch verfügt über mindestens 30000 (wahrscheinlich deutlich mehr) verschiedene Proteine<sup>[6]</sup>. Die DNA ist in einer Analogie als Bibliothek zu verstehen, in der sich alle Erzeugungsanweisungen dieser Proteine befinden. Somit nimmt die DNA eine wichtige Position in der Funktion einer Zelle ein.<sup>[7]</sup>

Die DNA kann jedoch nicht direkt als Bauplan für Proteine dienen. Zudem kann sie den Zellkern nicht verlassen, die Erzeugung von Proteinen findet jedoch außerhalb des Zellkerns in einem anderen Bereich der Zelle statt. Die DNA benötigt somit einen Vermittler, der die Information wie ein Protein erzeugt wird an den Ort bringt, an dem das Protein erzeugt werden kann. Diese Abschrift unterscheidet sich chemisch leicht von der DNA, ist ihr aber in sehr vielen Merkmalen ähnlich.

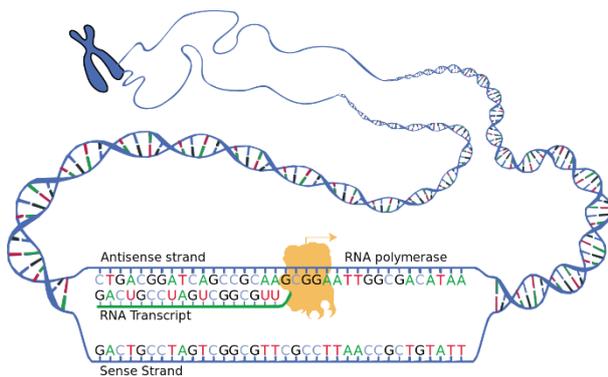


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Transkriptionsprozesses. Nach dem Vorbild der DNA wird ein mRNA-Molekül gebildet, das ein Informationsträger für die Bildung eines Proteins ist.

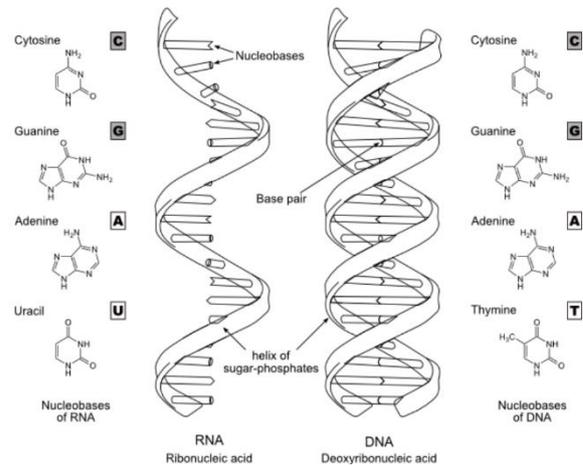


Abbildung 3: Darstellung der Beschaffenheit von RNA (einzelsträngig) und DNA (doppelsträngig).

Diese Rolle nimmt nun die RNA ein, in diesem speziellen Fall die mRNA. Ein RNA-Polymerase II genanntes Protein erzeugt eine kurzlebige RNA-Abschrift des sogenannten Gens, des Bauplans eines Proteins.<sup>[7]</sup>

Diese vergleichsweise kurzen mRNA-Moleküle können den Zellkern verlassen, wo sie innerhalb der Zelle auf Ribosomen treffen. Ribosomen bestehen teilweise selbst aus Proteinen und haben die Aufgabe, neue Proteine zu erzeugen. Sie binden die mRNA und erzeugen nach ihrem Vorbild eine wachsende Aminosäurekette. Diese Aminosäurekette faltet sich und ergibt schlussendlich das fertige Protein.<sup>[7]</sup>

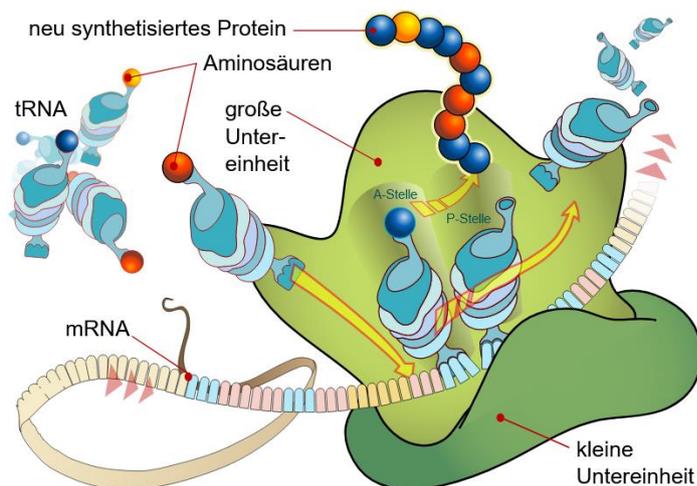


Abbildung 4: Schematische Darstellung eines Ribosoms, der "Proteinmanufaktur" der Zelle. Dargestellt ist die gebundene mRNA zwischen der kleinen und großen ribosomalen Untereinheit, ebenso die wachsende Polypeptidkette des codierten Proteins.

Generell dient somit die mRNA als Vermittler und Träger einer Information. Viren nutzen diese Prinzipien aus; auch sie verfügen über ein Genom, also über DNA-oder RNA-Moleküle, die für bestimmte, dem Virus zugehörige Proteine codieren<sup>[8]</sup>. Das neue Coronavirus ist ein

sogenanntes +-Strang RNA-Virus, das bedeutet unter anderem, dass sein Genom aus RNA besteht und direkt von Ribosomen abgelesen wird. Somit können ohne Umwege virale Proteine erzeugt werden. Wie unsere zellulären Proteine essenzielle Funktionen erfüllen, erfüllen auch die viralen Proteine essenzielle Funktionen für das Virus. Bestimmte virale Proteine bauen das Kapsid (einen Hauptbestandteil) der Viruspartikel auf, andere benötigt das Virus für seine Vermehrung, wieder andere Proteine benötigt es, um überhaupt erst in seine Wirtszelle einzudringen.

Ein Beispiel für letztere Kategorie ist das S-Protein des Coronavirus. Jeder Viruspartikel, der eine Zelle infizieren kann, muss zwingend dieses S-Protein enthalten, für sich allein ist das S-Protein jedoch völlig ungefährlich. Nur, wenn es in einen Viruspartikel verpackt werden kann, erfüllt es seine Funktion.<sup>[9]</sup>

Das Immunsystem des Menschen erkennt dieses S-Protein jedoch als fremd und erlernt, dieses gezielt anzugreifen. So werden beispielsweise Antikörper gegen das S-Protein gebildet, die dieses binden können und im Weiteren zur Inaktivierung des gesamten Viruspartikels beitragen. Ebenso können Antikörper verhindern, dass die S-Proteine ihre Funktion erfüllen, indem sie diese binden und so deren Interaktion verhindern, die zum Eindringen des Viruspartikels in die Zelle führt.

Um nun zum Begriff des „Zwangs“ zurückzukehren, so ist dieser in der Hinsicht falsch, als dass die Zelle nicht gezwungen werden muss, das S-Protein zu erzeugen, genau so wenig, wie ein Zwang besteht, die körpereigenen mRNAs zu translatieren. Die Erzeugung von Proteinen nach dem Vorbild der mRNA ist eine natürliche, lebensnotwendige Funktion der Zelle, die von Viren für ihre eigene Vermehrung ausgenutzt wird und die ohne jeden Zwang abläuft.

Zwang wird dafür in einer höheren Ebene durch das Virus selbst ausgeübt, das seinen Wirt dazu zwingt, infektiöse Kopien seiner selbst zu erzeugen, und dies ohne jegliche Rücksicht auf die Wirtszelle und den Menschen vornimmt. Das Potential dieses Zwangs ist hoch, und wie am Beispiel des Humanen Papillomavirus (HPV) zu sehen ist, sind manche Viren dazu fähig, ihr Wirtsgewebe und anhängendes Gewebe regelrecht umzuprogrammieren und dessen Genaktivität zu ändern. Änderungen, die im Fall von HPV stark genug sind, um schwerwiegende Krebserkrankungen auszulösen.<sup>[10]</sup>

### 3. Aussage des Herrn Heidenreich:

**„Seit einem Jahr wird nun intensiv versucht die Ausbreitung der Corona-Virus Erkrankung mit einer solchen mRNA-Behandlung zu stoppen. Die so behandelten Menschen seien voll geschützt hieß es. Die heutigen Zahlen sprechen aber eine andere Sprache. Ein Vergleich der Inzidenzen sowohl innerhalb der Bundesrepublik als auch international zeigt keine Eindämmung der Krankheit in den stärker durchgeimpften Gebieten. Die mRNA-Behandlung ist flächendeckend gescheitert.“**

Laut der Deutschen Interdisziplinären Vereinigung für Intensiv-und Notfallmedizin (DIVI) machen „Ungeimpfte [...] aktuell den überwiegenden Anteil aller Covid-19 Aufnahmen auf Intensivstationen aus“.<sup>[11]</sup> 62% der Fälle aller Intensivpatienten mit bekanntem Impfstatus waren ungeimpft, einen vollständigen Impfschutz hatten nur 28,4% der Intensivpatienten, darin inbegriffen 5,8%, die zudem eine Boosterimpfung erhalten haben.<sup>[12]</sup> Hier lässt sich bereits eine eindeutige Wirksamkeit der Coronavakzine erkennen. Wird zudem berücksichtigt, dass 75,5% der Bevölkerung Deutschlands mindestens eine Impfung, 73,6% mindestens zwei Impfungen und 51,7% drei Impfungen erhalten hat, wird der Kontrast im Anteil der Intensivpatienten noch deutlicher.<sup>[13]</sup> Der überwiegende Teil der deutschen Bevölkerung ist geimpft, dennoch machen Ungeimpfte den überwiegenden Teil der Intensivpatienten aus.

Nun muss noch berücksichtigt werden, dass die Impfquote gerade in den Altersgruppen 5-11 (16,7 % min. eine Impfung) und 12-17 (63,2% min. eine Impfung) am geringsten ist.<sup>[13]</sup> Diese Gruppe macht somit einen nicht zu vernachlässigenden Teil der Quote der nicht geimpften Personen aus. Gleichzeitig sind Kinder und Jugendliche, die die am wenigsten vulnerable Gruppe darstellen, aber kaum unter den Intensivpatienten vertreten; gerade einmal 1,5% der Intensivpatienten sind in einem Alter von 0-17 Jahren,<sup>[12]</sup> stellen jedoch 12,76% der Gesamtbevölkerung.<sup>[14]</sup>

Somit entfällt der größte Teil der Intensivpatienten auf ältere ungeimpfte Altersgruppen. Herr Heidenreich scheint den Erfolg der Impfung allein daran zu bemessen, wie schnell sich die verschiedenen Varianten des Coronavirus ausbreiten. Dabei scheint er die Infektiosität des Coronavirus zu unterschätzen, das trotz der Kontakteinschränkungen, trotz der Maskengebote und Impfungen eine rapide Ausbreitung zeigt. Maßnahmen und Impfungen

deshalb als wirkungslos zu betrachten ist bei weitem zu kurz gegriffen. Die desaströse

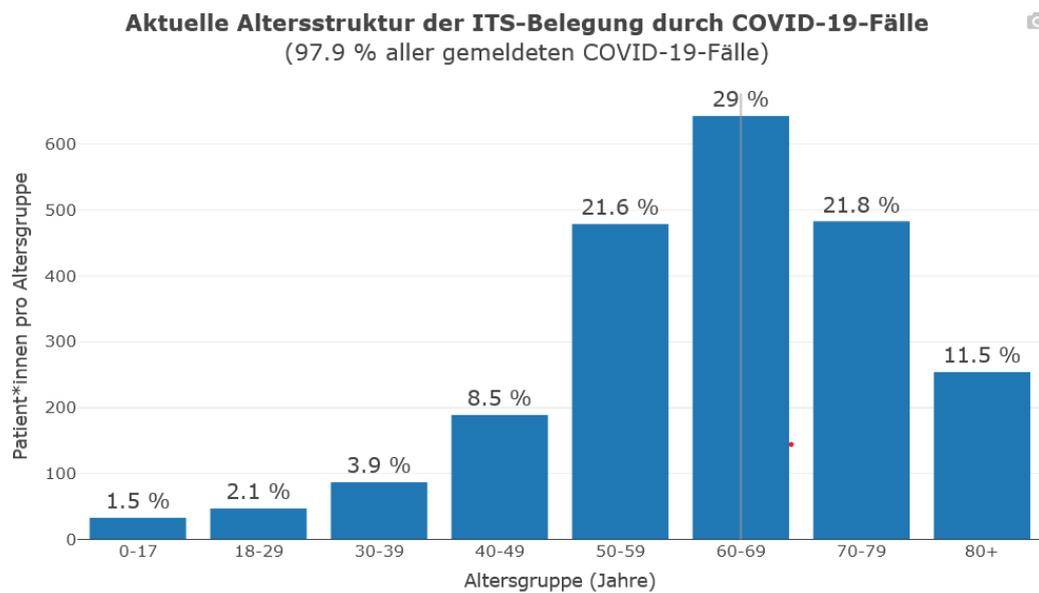


Abbildung 5: Altersstruktur der Intensivbelegung durch Covid 19-Fälle.

Auslastung der Intensivstationen in den vergangenen Monaten hätte durch eine höhere Impfquote bedeutend gesenkt werden können, ebenso schwere Verläufe und langfristige Schäden.

Einen vollen Schutz vor dem Coronavirus, den sich Herr Heidenreich zu wünschen scheint, kann selbst eine Infektion mit frühen Varianten des Coronavirus nicht garantieren, da bekannt ist, dass Menschen bereits mehrfach durch das Coronavirus infiziert worden sind.<sup>[15]</sup> Der Hauptzweck der mRNA-Impfungen ist, eine Immunantwort des adaptiven Immunsystems bereitzustellen, die unter anderem eine humorale Immunantwort durch Antikörper ermöglicht.

#### 4. Aussage des Herrn Heidenreich:

**„Anfangs war mein Zögern mich dieser Behandlung zu unterziehen in meiner Skepsis gegenüber der Gentechnik und in befürchteten Nebenwirkungen begründet. [...] Ich sehe derzeit überhaupt keinen Grund mich an diesem medizinischen Großversuch zu beteiligen und fühle mich von einer Impfpflicht eher bedroht.“**

Grundlegend muss verstanden werden, dass eine mRNA-Impfung kein gentechnisches Verfahren darstellt. Ein gentechnisches Verfahren wird eingesetzt, um die DNA innerhalb des Zellkerns einer Zelle zu verändern. Gene können geändert, entfernt oder eingefügt werden. Da nun aber durch die Impfung keine Änderung der DNA durchgeführt, sondern mit der mRNA nur ein sehr kurzlebiger Bauplan von Proteinen eingeführt wird, kann hier nicht von Gentechnik gesprochen werden. RNA selbst ist kein sehr stabiles Molekül. In unseren Zellen, auf unserer Haut und in vielen weiteren Bereichen unseres Körpers existieren zudem RNAsen, das sind Proteine, die für den Abbau von RNA-Molekülen verantwortlich sind und dies auch rapide bewerkstelligen.<sup>[16]</sup> So wird das S-Protein nur kurzfristig gebildet, ein durchaus erwünschter Effekt. Jede Furcht vor einer schädigenden Wirkung von mRNA als Solche ist unbegründet. Die Zelle bildet selbst eine große Menge mRNA, immerhin stehen ihr wie bereits erwähnt mindestens 30000 Proteine zur Verfügung, die sie potenziell erzeugen kann. Keine Zelle des menschlichen Körpers „exprimiert“ jedoch jedes dieser Proteine, sondern nur ein bestimmtes, jedoch großes Set. Somit sind zu jedem Zeitpunkt eine große Auswahl verschiedener mRNAs in einer Zelle vorhanden.

Die Befürchtungen des Herrn Heidenreich fußen somit nicht auf Tatsachen und sind unbegründet.

Ebenso wie die Unterstellung, die Impfung würde einen Großversuch am Menschen darstellen. Die Mechanismen, wie diese Wirkstoffe funktionieren, sind seit langer Zeit bekannt. Schon 1959 bekamen Severo Ochoa und Arthur Kornberg den Nobelpreis für Medizin „für die Entdeckung des Mechanismus in der biologischen Synthese der Ribonukleinsäure (RNA) und der Desoxyribonukleinsäure (DNA)“, ein wichtiger Meilenstein in unserem Verständnis der Funktion von DNA, RNA und Proteinen. Zu diesem Zeitpunkt war Herr

Heidenreich gerade einmal zwei Jahre alt, und seitdem hat sich im Fortschritt unserer Erkenntnisse weltbewegendes getan.<sup>[17]</sup>

Doch auch die mRNA-Impfung ist nicht gänzlich neu. Liposome, die „Trägermoleküle“, die die mRNA des Impfstoffs umgeben und in unsere Zellen transportieren, sind seit dem 1960er Jahren bekannt.<sup>[18]</sup> In der Krebstherapie wurde bereits 2017 erstmals ein mRNA Vakzin versuchsweise an Menschen getestet.<sup>[19]</sup> Die Mechanismen der Transkription von mRNA und der darauffolgenden Translation sind lange bekannt und gut erforscht. Zudem sind diese Mechanismen dermaßen bedeutend und grundlegend, dass viele biochemische Methoden, Laborpraktiken und ganze Forschungsfelder auf diesen Prinzipien aufbauen. Die mRNA-Vakzine als medizinischen Großversuch zu bezeichnen, verkennt das gute Verständnis, das die Forschung von diesen Prozessen hat und wirkt absurd, wenn die Seltenheit von schweren Nebenwirkungen der mRNA-Vakzine betrachtet wird.

### Abschließende Worte:

Ralph Heidenreich, der Mitglied des biberacher Gemeinderates und Mitglied der Partei Die Linke ist, ist ein regionaler Volksvertreter und steht dem Volk somit in einer Pflicht. Diese Pflicht sieht vor, Entscheidung auf der Basis rationaler Informationen zu treffen, und dies schließt eine Sorgfaltspflicht in der Informationsbeschaffung mit ein.

Mit seinen in „Ich geh spazieren“ getroffenen Aussagen beweist Herr Heidenreich jedoch eine grobe fachliche Inkompetenz hinsichtlich der Grundbegriffe der Impfung und der Wirkungsmechanismen der mRNA. Nicht nur verletzt er damit seine Pflicht, er hilft hierbei aktiv mit, Angst und Misstrauen in einer ohnehin emotional bewegten Bevölkerung zu schüren und Falschinformationen zu verbreiten. Deshalb und unter Berufung seiner Funktion als Gemeinderatsmitglied fordere ich Herrn Heidenreich dazu auf, sich offen zu den hier beschriebenen Kommentaren zu äußern.

Zu guter Letzt möchte ich mich an jeden Leser dieses offenen Briefs wenden. Viren sind keine Lebewesen, sie wollen nicht „einfach nur sein“, wie ich es häufig in den letzten Monaten gelesen habe. Viren sind nicht mehr als sich selbst optimierende biologische Maschinerien aus Nukleinsäuren, Proteinen und (wie in diesem Fall) Lipiden, ohne eigenen Stoffwechsel, ohne Wahrnehmung, ohne Möglichkeit sich eigenständig zu vermehren. Ein Virus kennt keine Gnade, es kennt nur das Ziel der rapiden Vermehrung, und jedes Zugeständnis gegenüber

seinem Wirt trifft es aus reinem Eigennutz. Jede Veränderung eines Virus geschieht allein zu seinem eigenen Vorteil, und was mit seinem Wirt geschieht, ist dem Virus gleichgültig, solange es nicht seinen eigenen Fortbestand gefährdet. Es nimmt jeden Schaden am Menschen in Kauf, solange es daraus Vorteile ziehen kann. Die Angst und das Misstrauen gegenüber Impfungen spielen Viren nur in die Hände. Seien Sie bereit dazuzulernen, treffen Sie Ihre Entscheidungen nach bestem Wissen und Gewissen und vergessen Sie nicht, dass wir ausnahmslos alle von dieser Krise betroffen sind.

Ebenso nach bestem Wissen und Gewissen erstellt,  
Manuel Hirner

## Quellennachweise:

- [1] Infektionsschutzgesetz, §2 Nr. 9, Bundesministerium für Justiz, [https://www.gesetze-im-internet.de/ifsg/\\_2.html](https://www.gesetze-im-internet.de/ifsg/_2.html), abgerufen 28.01.2022
- [2] Dunning R.: "Some observations on vaccination, or, The inoculated cow-pox" (1800), Original im Besitz der Harvard Library
- [3] Tejpratap S.P. Tiwar *et al.*: „Tetanus“, Epidemiology and Prevention of Vaccine-Preventable Diseases (Public Health Foundation 2011), abgerufen am 28.01.2022
- [4] Produktinformation der EMA zu Comirnaty, dem Biontech mRNA-Vakzin, [https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/comirnaty-epar-product-information\\_de.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/product-information/comirnaty-epar-product-information_de.pdf), abgerufen am 28.01.2022
- [5] Proteinsequenz des Coronavirus (Entspricht in Länge 1/3 der RNA-Sequenz), UniProt Proteindatenbank, <https://www.uniprot.org/uniprot/P0DTC2>, abgerufen 28.01.2022
- [6] Daten der „Human Proteome Map“, eine Datensammlung zu bisher identifizierten Proteinen des Menschen, abgerufen am 29.01.2022
- [7] Stryer L. *et al.*: "Biochemistry", 9. Auflage (2019), W. H. Freeman and Company, New York, S. 449-481, S. 487-496, S. 502-504,
- [8] Chaitanya K.: "Structure and Organization of Virus Genomes", Nature Public Health Emergency Collection (2019), S. 1-30
- [9] Scudellari M.: "How the coronavirus infects cells - and why Delta is so dangerous", Nature (2021), Vol. 595, S. 640-644
- [10] Spurgeon M. *et al.*: "Human papillomavirus oncogenes reprogram the cervical cancer microenvironment independently of and synergistically with estrogen", PNAS (2017), Vol. 114, No. 43, S. 9076-9085
- [11] „Presseinformation: Daten aus dem Intensivregister: Ungeimpfte machen Mehrheit aller COVID-19-Fälle auf Intensivstationen aus“, DIVI (2022), <https://www.divi.de/presse/pressemeldungen/presseinformation-daten-aus-dem-intensivregister-ungeimpfte-machen-mehrheit-aller-covid-19-faelle-auf-intensivstationen-aus>, Abgerufen am 29.01.2022
- [12] Intensivregister, "Altersstruktur der Covid-19 Patient\*innen", <https://www.intensivregister.de/#/aktuelle-lage/altersstruktur>, abgerufen am 29.01.2022
- [13] „Coronavirus (COVID-19) Vaccinations“, Our World in Data,

<https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=DEU>, abgerufen am 29.01.2022

[14] Statista, „Bevölkerung - Zahl der Einwohner in Deutschland nach relevanten Altersgruppen am 31. Dezember 2020“, auf Basis von Daten des Statistischen Bundesamts, <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1365/umfrage/bevoelkerung-deutschlands-nach-altersgruppen/>, abgerufen am 29.01.2022

[15] Colson P. *et al.*: „Evidence of SARS-CoV-2 re-infection with a different genotype“, *Journal of Infection* (2021), Vol. 82, No. 5, S. 84-123

[16] Wikipedia, „Ribonukleasen“, <https://de.wikipedia.org/wiki/Ribonukleasen>, abgerufen am 29.01.2022

[17] Webpage des Nobel Preises, „Severo Ochoa“, <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/1959/ochoa/facts/>, abgerufen am 29.01.2022

[18] Deamer D.: From “Banghasomes” to liposomes: A memoir of Alec Bangham, 1921–2010“, *The FASEB Journal* (2010), Vol. 24, No. 5, S. 1308-1310

[19] Sahin U. *et al.*: “Personalized RNA mutanome vaccines mobilize poly-specific therapeutic immunity against cancer“, *Nature* (2017), Vol. 547, S. 222-226

#### Bilderquellen:

Abbildung 1: Studyflix, “Aufbau einer Zelle“, <https://studyflix.de/biologie/zelle-2195>, abgerufen am 29.01.2022

Abbildung 2: Wikipedia, „Transkription (Biologie)“, [https://de.wikipedia.org/wiki/Transkription\\_\(Biologie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Transkription_(Biologie)), abgerufen am 29.01.2022

Abbildung 3: Wikimedia „Difference DNA RNA“, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference\\_DNA\\_RNA-EN\\_BW.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference_DNA_RNA-EN_BW.svg), abgerufen am 29.01.2022

Abbildung 4: Wikipedia, „Ribosom“, [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference\\_DNA\\_RNA-EN\\_BW.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Difference_DNA_RNA-EN_BW.svg), abgerufen am 29.01.2022

Abbildung 5: Intensivregister, “Altersstruktur der Covid-19 Patient\*innen“, <https://www.intensivregister.de/#/aktuelle-lage/altersstruktur>, abgerufen am 29.01.2022