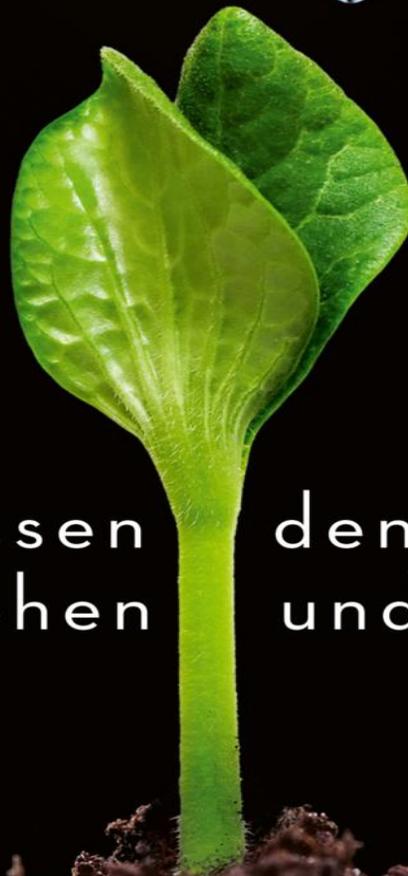


Markolf H. Niemz

WIE GEHT LEBEN?



In Prozessen verstehen denken,
und gesunden

Das revolutionäre Weltbild
des bekannten Biophysikers

allegria

Der Autor



Prof. Dr. Markolf Niemz ist Biophysiker und hat einen Lehrstuhl für Medizintechnik an der Uni Heidelberg. Für seine Forschung wurde er von der Heidelberger Akademie der Wissenschaften mit dem Karl-Freudenberg-Preis ausgezeichnet. Niemz studierte Physik und Bioengineering in Frankfurt a. M., Heidelberg und San Diego. Er war Research Fellow an der Harvard Medical School mit einem Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Seine Bücher sind spirituelle Bestseller und beleben den Dialog zwischen Naturwissenschaft und Religion.

Markolf H. Niemz

Wie geht leben?

In Prozessen denken, verstehen und gesunden

Ullstein

Besuchen Sie uns im Internet:

www.ullstein.de

ISBN 978-3-8437-2623-8

© 2021 by Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin

Umschlaggestaltung: Zero Media, München

E-Book-Konvertierung powered by Papyrus

Emojis werden bereitgestellt von openmoji.org unter der Lizenz [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

Auf einigen Lesegeräten erzeugt das Öffnen dieses E-Books in der aktuellen Formatversion EPUB3 einen Warnhinweis, der auf ein nicht unterstütztes Dateiformat hinweist und vor Darstellungs- und Systemfehlern warnt. Das Öffnen dieses E-Books stellt demgegenüber auf sämtlichen Lesegeräten keine Gefahr dar und ist unbedenklich. Bitte ignorieren Sie etwaige Warnhinweise und wenden sich bei Fragen vertrauensvoll an unseren Verlag! Wir wünschen viel Lesevergnügen.

Hinweis zu Urheberrechten

Sämtliche Inhalte dieses E-Books sind urheberrechtlich geschützt. Der Käufer erwirbt lediglich eine Lizenz für den persönlichen Gebrauch auf eigenen Endgeräten. Urheberrechtsverstöße schaden den Autoren und ihren Werken, deshalb ist die Weiterverbreitung, Vervielfältigung oder öffentliche Wiedergabe ausdrücklich untersagt und kann zivil- und/oder strafrechtliche Folgen haben.

In diesem E-Book befinden sich Verlinkungen zu Webseiten Dritter. Bitte haben Sie Verständnis dafür, dass sich die Ullstein Buchverlage GmbH die Inhalte Dritter nicht zu eigen macht, für die Inhalte nicht verantwortlich ist und keine Haftung übernimmt.

*»Ein begnadeter Mystiker lehrt uns,
jenseits aller Materie zu denken.«*

Willigis Jäger

WER ANTWORTEN AUF DIE GROSSEN FRAGEN SUCHT,
IST GUT BERATEN, IN PROZESSEN ZU DENKEN.

MARKOLF H. NIEMZ

Für alles, was lebt

EIN REVOLUTIONÄRES WELTBILD

DIE ENTSCHIEDENDE FRAGE LAUTET: LEBE ICH ODER LEBT ES MICH?

Was ich mit Ihnen vorhabe, ist fast ein Ding der Unmöglichkeit – aber eben nur fast. Aus genau diesem »fast« erwächst das ganze Buch. Worum geht es? Ich habe nichts Geringeres vor, als unser gängiges Weltbild infrage zu stellen. Fast alle Menschen halten materielle Objekte für primär in der Welt und Prozesse (Vorgänge) für sekundär. Hier sind drei einfache Beispiele: Die Sonne scheint; eine Pflanze blüht; ich lese. In allen drei Beispielen verursacht ein Objekt einen Prozess. Dieses Weltbild nenne ich im Folgenden »objektorientiert« oder auch »materialistisch«.

Als Alternative werde ich Ihnen ein »prozessorientiertes Weltbild« anbieten: Prozesse sind primär, Objekte sekundär. Hier haben Objekte keine eigene Existenz, sondern werden erst durch Prozesse erzeugt. Damit Sie diesen feinen Unterschied verstehen, wollen wir uns die gleichen drei Beispiele im prozessorientierten Weltbild anschauen. In dem, was wir »Sonne« nennen, verbrennt (physikalisch exakter: fusioniert) Wasserstoff zu Helium; hierbei wird Energie frei, die unter anderem als Licht bis auf die Erde scheint. Fällt Ihnen etwas auf? Verbrennen, Freiwerden und Scheinen – das sind alles Prozesse! Was wir »Sonne« nennen, ist also primär gar kein Objekt, sondern eine Abfolge von Prozessen.

Wollen wir uns das zweite Beispiel anschauen? Wir sind uns vermutlich alle einig, dass es etwas gibt, was blüht. Im objektorientierten Weltbild

nennen wir es »Pflanze«. Je nach Erscheinungsform unterscheiden wir zwischen »Baum« und »Blume«. Im prozessorientierten Weltbild argumentiere ich ähnlich wie im Fall von »Sonne«: In dem, was wir »Pflanze« nennen, setzt Licht über Fotosynthese chemische Prozesse in Gang, die unter anderem ein Wachsen oder Blühen hervorrufen. Auch was wir »Pflanze« nennen, ist also primär kein Objekt, sondern eine Abfolge von Prozessen.

Beim »Ich« hatte ich die wenigsten Probleme, mich mit dem prozessorientierten Weltbild anzufreunden. Im objektorientierten Weltbild gehen wir stillschweigend davon aus, dass es jeden von uns einfach so gibt und dass wir beliebige Tätigkeiten – wie Lesen – ausführen können. Wie ich Ihnen in diesem Buch zeigen werde, sind es aber gerade die Tätigkeiten, die uns formen. Erst ein Lesen und zahlreiche andere Tätigkeiten machen aus Materie ein »Ich«. Schon wieder gilt: Was wir »Ich« nennen, ist also primär gar kein Objekt, sondern eine Abfolge von Prozessen.

Wie unterschiedlich diese beiden Weltbilder sind, zeigt sich insbesondere dann, wenn ich unser drittes Beispiel als provokante Frage formuliere: Verursache ich ein Lesen, oder verursacht ein Lesen mich? So schräg das auch klingen mag – um genau solche Fragen geht es. Mache ich Erfahrungen, oder macht ein Erfahren mich? Lebe ich, oder lebt es mich? Eines kann ich Ihnen schon jetzt verraten: Nach der Lektüre des Buches werden Sie eine andere Auffassung von Viren, Bakterien und Krebszellen haben. Und Sie werden sich nie mehr fragen, ob das Huhn oder das Ei zuerst da war!

Lange habe ich überlegt, wie ich Sie am besten in dieses Buch einführe. Ich muss sehr behutsam vorgehen, damit es Ihnen nicht den Boden unter den Füßen wegri-----st. Denn es geht hier um das Fundament der Welt,

in der wir leben. Nur wenige Menschen haben dieses bisher infrage gestellt. Auf welche Wahrnehmung möchten Sie am wenigsten verzichten: auf das Sehen, Hören, Tasten, Schmecken oder Riechen? Für die meisten Menschen ist es das Sehen. Und das, was wir sehen, sind zunächst Objekte! Die Netzhaut unserer Augen gilt als Teil des Gehirns, weil dort bereits eine erste Verarbeitung von Sinnesreizen stattfindet, wie zum Beispiel die Unterscheidung einer Linie von einem Punkt. Das komplexe Bild entsteht später im Sehzentrum des Gehirns. Wir sehen also zunächst nur Objekte. Erst nach vielen weiteren Verarbeitungsschritten erkennen wir, dass sich die Objekte bewegen und dass es in der Welt auch Prozesse gibt.

Es ist diese Reihenfolge – erst Objekte, dann Prozesse – die sich ganz automatisch auf unser Weltbild überträgt, weil jedes Weltbild erst über das Wahrnehmen zustande kommt. Fragen Sie mal einen blinden Menschen, wie er oder sie die Welt wahrnimmt! Die Antwort wird lauten: in erster Linie über das Hören und das Tasten. Und was lässt sich hören? Klänge! Aber Klingen ist kein Objekt, sondern ein Prozess. So »gesehen« sind blinde Menschen im Vorteil: Sie sind eher bereit, Prozesse als gleichwertig oder sogar als wesentlicher zu begreifen – vorausgesetzt, dass ihnen das Hören wichtiger ist als das Tasten. Doch für die meisten Menschen spielen Prozesse wie Klingen eine untergeordnete Rolle. Genau das will ich mit meinem Buch ändern! *Die Welt ist eher ein Klingen als ein Haufen Materie.*

Warum will ich das ändern? Niemals würde ich so viel Zeit meines Lebens in ein solches Buch investieren, wenn es hier nicht um etwas Grundlegendes geht; etwas, das meines Erachtens sogar das Potenzial hat, die Menschheit zum Positiven hin zu verändern. Es ist nicht mehr zu übersehen, wie massiv das materialistische Weltbild uns Menschen zusetzt. Bezeichnenderweise habe ich eines meiner Bücher Ichwahn^[1]

genannt. Aber auch die Schönheit unseres Planeten Erde ist vom materialistischen Weltbild bedroht. Der Kapitalismus treibt einen so rücksichtslosen Raubbau an dieser kostbaren Perle, dass der Schaden bereits vom Weltraum aus sichtbar ist.^[2] All das würden wir besser machen, wenn wir unseren Lebensraum nicht als ein Sammelbecken von Objekten begreifen, sondern als einen Ort lebendiger Prozesse.

Ich bin nicht der erste Mensch, der so etwas vorschlägt. Ein leider noch relativ unbekannter britischer Mathematiker und Philosoph hat vieles von dem, was ich hier beschreibe, bereits durchdacht. Sein Werk ist jedoch keine leichte Kost, und das ist auch der Grund, weshalb kaum jemand seinen Namen kennt. Die größte Hürde für dieses neue Weltbild ist unsere Sprache. Bedenken Sie: Nicht nur unser Weltbild ist aufs Engste mit der Wahrnehmung verknüpft, sondern auch unsere Sprache. Ich hatte es schon erwähnt: »Ein Lesen verursacht mich« klingt ziemlich schräg. Sprache erweist sich aber als Schlüssel für das neue Weltbild. *Wenn wir mehr von Prozessen sprechen, werden wir auch mehr in Prozessen denken.* An genau diesem Punkt soll unser gemeinsames Abenteuer beginnen. Wir wollen den Prozessen mehr Raum in unserer Sprache geben. Es wird das tiefstinnigste Leseabenteuer sein, auf das Sie sich jemals einlassen. Versprochen!

Dummerweise stehen wir gleich zu Beginn dieses Abenteuers vor einem riesigen Problem: Ich will mit einem Buch – also mithilfe von Sprache – zeigen, dass dieselbe Sprache die Welt nicht korrekt abbildet. Wie ich anfangs schon sagte, ist das fast ein Ding der Unmöglichkeit – aber eben nur fast. Wie kann ich ein Werkzeug so einsetzen, dass ich mit seiner Hilfe dasselbe Werkzeug verändere? Dazu behelfen wir uns mit einem kleinen Trick. Wie würden Sie denn die folgende Aufgabe lösen: Ritzen Sie mithilfe einer Schere Ihren Namen in dieselbe Schere! Die

Lösung lautet: Zunächst zerlegen Sie die Schere in ihre zwei Teile, und dann ritzen Sie mit einer Scherenhälfte Ihren Namen in die andere Hälfte. So ähnlich werden auch wir vorgehen. Wir zerlegen unsere Sprache in Worte und verändern diese Worte dann sprachlich.

Aus zwei Gründen werde ich im ersten Kapitel mit dem Wort »Viren« beginnen: Erstens sind sie für uns alle zurzeit das Tagesthema Nr. 1; zweitens sind sie das Paradebeispiel dafür, dass die Welt auf Prozessen beruht. Und wie funktioniert nun unser Trick? Im Grunde ist es gar nicht so schwer: Wir müssen uns abgewöhnen, in ausgetretenen P-f-a-d-e-n zu denken, und ersetzen das Substantiv »Virus« ganz einfach durch die Verbform »virend« ...

Ich heiße Sie herzlich willkommen in meinem Buch und in einer Welt, die schon im Jahr 1929 von einem scharfsinnigen Mathematiker und Philosophen treffend beschrieben wurde: Alfred North Whitehead. Ich möchte Sie einladen, sich mit dessen frischen Gedanken vertraut zu machen, was in erster Linie bedeutet, dass wir die Substantive in unserer Sprache hinterfragen werden. Nach Whitehead besteht die Wirklichkeit nicht aus materiellen Objekten, sondern aus Prozessen des Werdens. Deswegen wird seine Theorie wissenschaftlich »Prozessphilosophie« genannt. Whitehead selbst gab ihr mit *philosophy of organism*^[3] (auf Deutsch: Philosophie eines Organismus) den besseren Namen. Der Kosmos lebt!

Eine Pandemie bedroht uns, aber wir dürfen aus ihr lernen, wie kraftvoll Whiteheads Gedanken sind. Täglich neue Mutationen führen uns vor Augen, dass Evolution hier und jetzt *live* geschieht. Nutzen wir die Zeit, da wir nur in großer Not bereit sind, das eigene Weltbild zu hinterfragen.

In der ersten Buchhälfte werde ich die Grenzen unseres gängigen Weltbildes anhand dreier Beispiele ausloten. In der zweiten Hälfte machen wir uns Whiteheads Sicht zu eigen und entdecken die vielen Vorzüge des neuen Weltbildes.

Um Sie auf die weitere Lektüre einzustimmen, werde ich die einzelnen Kapitel kurz vorstellen. Wir starten mit einem Kapitel über **Viren**. Nach einer wissenschaftlichen Definition und Einteilung befassen wir uns eingehend mit deren materiellen Eigenschaften und lernen, wie sich Viren vermehren. Danach werde ich beschreiben, welche modernen Therapieverfahren es heute gibt und weshalb wir geneigt sind, auch von »Computerviren« zu sprechen.

Entsprechend sind die zwei sich anschließenden Kapitel über **Bakterien** und **Krebszellen** aufgebaut. Dort werden wir unter anderem erfahren, wie nützlich einige Bakterienarten für uns Menschen sind. Außerdem werde ich etablierte und innovative Verfahren zur Krebstherapie vorstellen und drei Betroffenen das Wort erteilen, bei denen es entgegen schulmedizinischer Diagnose »Krebs im Endstadium« doch noch zu einem Heilungsprozess kam.

Damit haben wir das Stichwort für unser viertes Kapitel: **Prozesse**. Die Evolution des Lebens ist ein typisches Beispiel für einen Prozess. Charles Darwin wird uns aufklären, was zuerst da war – das Huhn oder das Ei. Werner Heisenberg wird uns in die Geheimnisse der Quantenphysik einweihen. Und dann gebe ich Ihnen eine anschauliche Einführung in Whiteheads *philosophy of organism*. Seine Weltsicht zeichnet sich durch etwas ganz Besonderes aus: Sie ist mit allen naturwissenschaftlichen Theorien vereinbar!

Das fünfte Kapitel **Eine zeitgemäße Offenbarung** dürfte für die meisten Leser*innen der Höhepunkt des Buches sein. Ich werde in Wort und Bild

schlüssig darlegen, dass Leben stets spontan entsteht, was Sterben bedeutet und was es mit der Ewigkeit auf sich hat. Danach werden wir alles, was wir bis dahin gelernt haben, auf uns selbst anwenden – also auf das Ich. Das Sahnehäubchen wird ein Gottesbegriff sein, der seinem Namen wirklich gerecht wird.

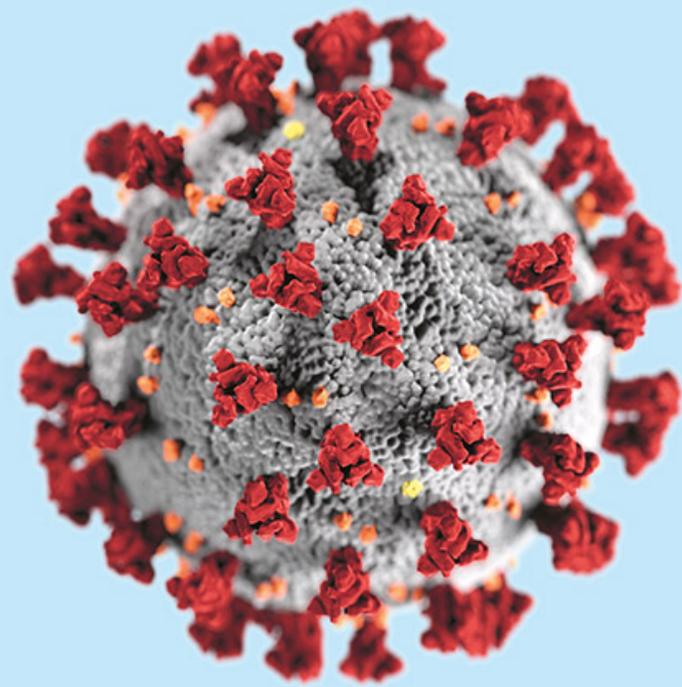
Im Schlusskapitel dürfen Sie Ihre im wahrsten Sinne des Wortes »erlesenen« Früchte ernten, wenn wir hinterfragen, **warum wir hier sind**. Es geht um zwei Begriffe, die wir oft in einem Atemzug nennen und die viel mehr sind als nur eine Floskel: Liebe und Verständnis. Lieben und Verstehen sind die wertvollsten Prozesse, die es im Kosmos gibt! Am Ende teile ich ein kleines Geheimnis mit Ihnen: den GROSSEN Unterschied zwischen Glück-Haben und Glücklich-Sein.

Ein winziges Virus greift in unseren Alltag ein und fordert unzählige Opfer von uns allen. So unheilvoll die Pandemie für jeden Einzelnen sein mag – sie birgt auch viele Chancen für die Menschheit und unseren Planeten. Singvögel kehren in menschenleere Städte zurück,^[4] Ziegen erobern verwaiste Straßen in Wales,^[5] und in Vororten von Paris wurden sogar Rehe gesichtet.^[6] Außerdem zeigen Satellitendaten, dass sich die Atemluft in den Metropolen signifikant verbessert hat.^[7] Wir Menschen halten inne. Die durch uns stark gebeutelte Natur darf sich ein wenig erholen. Wenn die Vögel draußen wieder zwitschern, habe ich oft das Gefühl, mitten im Konzert der vielen Obertöne ein tiefes Seufzen der Erleichterung zu hören. Dann ist mir, als atme die Natur auf und flüstere mir ins Ohr, welche ungeheure Kraft in ihr steckt. Kein Krieg, keine Finanzkrise, kein Klimawandel – ein winziges Virus lässt uns über das eigene Weltbild nachdenken.

Gibt es für diese Kraft ein schöneres Bild als eine keimende Pflanze? Ich freue mich über Ihr Interesse an meinem neuen Buch. Jedes Kapitel hat seine eigene Themenfarbe: Blau für Viren, Grün für Bakterien, Rot für Krebszellen. Zahlreiche Illustrationen mit einheitlichen Farben (das Erbgut ist stets hautfarben) fördern das Erkennen von Zusammenhängen. Eine Bitte habe ich noch, bevor wir loslegen: Bitte behalten Sie beim Lesen stets im Hinterkopf, dass ich Sie zu keinem Zeitpunkt von meiner Sicht der Dinge überzeugen möchte. Im Gegenteil – ich erwarte, dass Sie alles Gelesene gründlich hinterfragen werden. Nur so kann ein Weltbild heranreifen, das in sich schlüssig und mit allem im Einklang ist, was wir heute über das Leben und den Kosmos wissen.

Markolf H. Niemz

INFORMIERE DEIN UMFELD!



https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SARS-CoV-2_without_background.png
[01.03.2021]

VIREN SIND KEINE FEINDE

VIREN SIND DAS PARADEBEISPIEL DAFÜR, DASS DIE WELT AUF PROZESSEN
BERUHT.

Wir kommen uns vor, als wären wir in einem falschen Film. Aber es ist kein Film. Es ist Wirklichkeit. Ein winziges Virus hat die Menschheit fest im Griff, und auch nach einem Jahr ist noch kein Ende in Sicht.^[8] Auf der Erde sterben über drei Millionen Menschen, Zigmillionen infizieren sich, unzählige Millionen werden arbeitslos.^[9] Eine Pandemie solchen Ausmaßes hat die heutige Bevölkerung noch nie erlebt. Donald Trump bezeichnete sich selbst als »Präsidenten in Kriegszeiten«, der gegen »einen *unsichtbaren* Feind« kämpft.^[10] Auch Emmanuel Macron schlug in einer landesweiten Fernsehansprache militärische Töne an: »Wir sind im Krieg. Der Feind ist da, und er ist *unsichtbar*.«^[11] Doch – ist das Virus wirklich ein Feind? Sind wir im Krieg mit Mutter Natur?

Ich habe da meine Zweifel und bin damit gewiss nicht allein. Kriegsrhetorik ist hier – wie überall – fehl am Platze. Ein Feind ist jemand, der uns einen Schaden zufügen will. Wer wie Trump oder Macron vom Virus als einem »Feind« spricht, unterstellt dem Virus eine Absicht. Er gibt ihm die Identität eines Wesens, das Ziele formulieren und verfolgen kann. Naturwissenschaftler*innen kommen zu einem anderen Ergebnis: Viren sind keine Lebewesen, sondern genetische Programme. Als solche sind sie

nicht fähig, gegen die Menschheit in einen Krieg zu ziehen. *Viren sind keine Feinde*. Im Gegenteil – ohne Viren gäbe es uns gar nicht!

Weshalb neigen wir dazu, Viren als Feinde zu begreifen? Es ist unsere Sprache, die uns hier einen Streich spielt und in einer surrealen Welt gefangen hält. Substantive wie »Virus« eignen sich nicht zur Bezeichnung von etwas, was prozesshaft abläuft. Ein Prozess ist ein Vorgang, und den kann ein Verb wesentlich besser beschreiben. Um ein sinnvolles Verb finden zu können, werden wir uns zunächst mit dem klassischen Virusbegriff befassen.

Alle reden heute über Viren. Aber was ist eigentlich ein Virus? *Virus* ist lateinisch und steht für Schleim, Feuchtigkeit, aber auch Gift. Die Wissenschaft, die sich mit den Viren und Virusinfektionen befasst, heißt *Virologie*. Virolog*innen definieren Viren als **infektiöse, organische Strukturen**. Sie breiten sich außerhalb von Zellen als *Virionen* aus, können sich aber nur innerhalb von Wirtszellen vermehren. Viren bestehen nicht aus Zellen, sondern aus biochemischen Molekülen. Je nachdem, ob sie von einer Eiweißhülle umgeben sind oder nicht, heißen sie »behüllt« beziehungsweise »unbehüllt«. Tabelle 1 gibt einen Überblick bekannter Viren.

Tab. 1: Beispiele für bekannte Viren

behüllte Viren	unbehüllte Viren
Grippe, Herpes	Rhinoviren
Mumps, Masern, Röteln	Noroviren
Hepatitis B, Hepatitis C	Hepatitis A
Pocken, Tollwut	Polioviren
HIV, SARS-CoV-2	Papillomaviren

Viren befallen sowohl *eukaryotische Zellen* (Zellen mit einem Zellkern wie bei Pilzen, Pflanzen und Tieren inklusive uns Menschen) als auch *prokaryotische Zellen* (Zellen ohne einen Zellkern wie bei Bakterien und Archaeen). Viren, die prokaryotische Zellen als Wirte nutzen, heißen *Bakteriophagen* oder *Phagen*. Auf der Erde gibt es heute unvorstellbar viele Viren, etwa 10^{31} Stück.^[12] Könnten wir sie alle hintereinander legen, hätten sie eine Gesamtlänge von 10^{21} Kilometern!

Weil Viren keinen eigenen Stoffwechsel haben und sich deshalb auch nicht eigenständig vermehren können, zählen sie nicht zu den Lebewesen. Gleichwohl können sich Viren an ihr Umfeld anpassen und in Wirtszellen vermehren, das heißt, sie nehmen über die Wirtszellen an der Evolution teil. Wissenschaftlich ist umstritten, ob Viren oder Zellen zuerst da waren:^[13] Gegen die Viren-zuerst-Hypothese spricht, dass sich Viren nur in einer Wirtszelle vermehren können; gegen die Zellen-zuerst-Hypothese spricht, dass nicht alle viralen Strukturen eines zellulären Ursprungs sind.

Für den US-amerikanischen Biologen Bruce Lipton sind Viren »die höchste Kommunikationsform in der Biologie«. ^[14] Dafür spricht, dass Viren auch ins menschliche Erbgut eingebaut sind. Immerhin stammen mehr als acht Prozent unseres Erbgutes von Viren ab.^[15] Bei einigen Probanden wurde sogar das komplette Erbgut eines Virus gefunden!

Was ein Virus zu einem Virus macht, ist sein genetisches Programm. Es lautet in unsere Sprache übersetzt: Informiere dein Umfeld! Also ist jedes Virus ein zeitlicher Vorgang, ein Prozess. Biochemische Moleküle sind bloß der Programmspeicher. Solange es um materielle Eigenschaften von Viren geht, werde ich ab jetzt vom *Virenkörper* sprechen.

SIND DIE ABER WINZIG!

Die wohl wichtigste Eigenschaft eines Virenkörpers ist seine Größe. Raten Sie mal, wie groß ein Virenkörper in etwa ist! Es sind je nach Art etwa 15 bis 400 Nanometer^[16] (ein Nanometer = 0,000 000 001 Meter). Pockenvirenkörper lassen sich schon unter einem Lichtmikroskop nachweisen. Die meisten Virenkörper sind aber so klein, dass sie nur unter technisch aufwendigen Elektronenmikroskopen zu sehen sind. Abbildung 1 zeigt hochaufgelöste Fotos von Grippevirenkörpern (links) und HI-Virenkörpern (rechts).

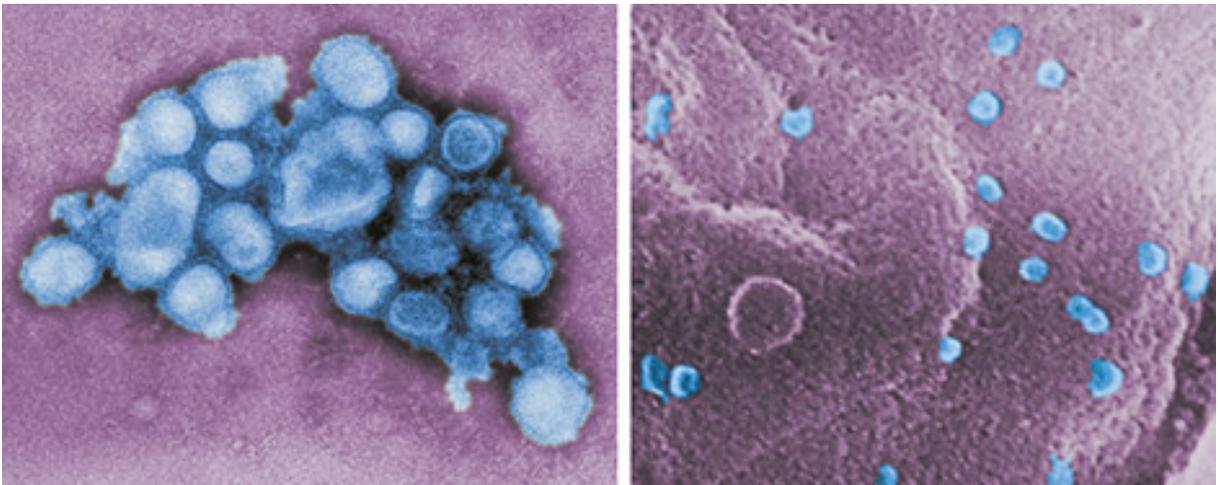


Abb. 1: Grippevirenkörper und HI-Virenkörper

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CDC-11215-swine-flu.jpg> [01.03.2021];

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HIV-budding-Color.jpg> [01.03.2021]

Elektronenmikroskope haben jedoch einen großen Nachteil: Die zu untersuchenden Proben müssen mit Gold bedampft und in ein Vakuum geschoben werden. Das aber heißt: Mit Elektronenmikroskopen lassen sich weder lebendige Zellen noch aktive Viren beobachten. Der Durchbruch gelang erst kürzlich mit der Erfindung der *superauflösenden Fluoreszenzmikroskopie* durch drei Physiker.^[17] Nun können wir uns *live* davon überzeugen, dass Viren Prozesse sind. Beispielsweise lässt sich