

Mirjam Schilling

WARUM  
ERSCHUF  
GOTT DIE  
VIREN?

Mit einer  
Virologin auf  
Entdeckungsreise

**SCM**  

---

**Hänssler**

# SCM

Stiftung Christliche Medien

SCM Hänssler ist ein Imprint der SCM Verlagsgruppe, die zur Stiftung Christliche Medien gehört, einer gemeinnützigen Stiftung, die sich für die Förderung und Verbreitung christlicher Bücher, Zeitschriften, Filme und Musik einsetzt.



© 2021 SCM Hänssler in der SCM Verlagsgruppe GmbH  
Max-Eyth-Straße 41 · 71088 Holzgerlingen  
Internet: [www.scm-haenssler.de](http://www.scm-haenssler.de) · E-Mail: [info@scm-haenssler.de](mailto:info@scm-haenssler.de)

Soweit nicht anders angegeben, sind die Bibelverse folgender Ausgabe entnommen:

Hoffnung für alle®, Copyright © 1983, 1996, 2002, 2015 by Biblica, Inc.®.  
Verwendet mit freundlicher Genehmigung des Herausgebers Fontis – Brunnen Basel

Weiter wurde verwendet:

Bibeltext der Neuen Genfer Übersetzung – Neues Testament und Psalmen.  
Copyright © 2011 Genfer Bibelgesellschaft. Wiedergegeben mit freundlicher Genehmigung. Alle Rechte vorbehalten. (NGÜ)

Lektorat: Christina Bachmann

Umschlaggestaltung und Illustrationen im Innenteil: Erik Pabst,  
[www.erikpabst.de](http://www.erikpabst.de)

Autorenfoto: © Matthias Schilling

Satz: typoscript GmbH, Walddorfhäslach

Druck und Bindung: GGP Media GmbH, Pößneck

Gedruckt in Deutschland

ISBN 978-3-7751-6114-5

Bestell-Nr. 396.114

# Inhalt

Vorwort .....	5
Einleitung: (M)eine Reise durch die Virosphäre .....	7
Kapitel 1 Was ist eigentlich ein Virus? .....	13
Kapitel 2 Was ist eigentlich Leben? .....	31
Kapitel 3 Das Imperium schlägt zurück: unser Immunsystem .....	47
Kapitel 4 Wenn Viren krank machen: die Frage nach dem Leid .....	69
Kapitel 5 Viren: ein globales Problem? .....	87
Kapitel 6 Unsere Umwelt und wir .....	109
Kapitel 7 Viren: Helfer im System .....	125
Kapitel 8 Gut und Böse .....	145
Kapitel 9 Die Viren und wir .....	155
Kapitel 10 Identitätskrise? .....	171
Abschluss: (M)ein Fazit .....	183
Zum Weiterdenken .....	188
Zum Weiterlesen .....	194
Quellenverzeichnis .....	196



## Kapitel 1

# Was ist eigentlich ein Virus?

Vor einigen Jahren bin ich mit Freunden zwei Wochen durch Island gereist. Wir hatten Glück mit dem Wetter und konnten die beeindruckende Landschaft in vollen Zügen genießen. Als wir einmal vor einem der vielen riesigen, tosenden Wasserfälle standen, muss ich den folgenden Satz gesagt haben: »Was glaubt ihr, wie es so einem Wassermolekül geht, wenn es da hinunterstürzt?« Ich kann mich zwar selbst nicht mehr daran erinnern, aber seitdem ziehen mich besagte Freunde immer mal wieder mit diesem Satz auf. Und wenn ich ehrlich bin, dann ist es auch nicht sonderlich unwahrscheinlich, dass ich diesen Satz gesagt habe. Offensichtlich machen sich andere Menschen weniger Gedanken darum, wie es einzelnen Molekülen gerade so geht. Das kann ich akzeptieren. Es ist vermutlich auch nicht der naheliegendste Gedanke. Andererseits finde ich es schon seit dem Chemieunterricht in der Schule sehr hilfreich, Moleküle mit menschlichen Eigenschaften wie Gefühlen und Motivationen zu versehen, weil dann die Abläufe verschiedener Reaktionen plötzlich logischer erscheinen und man sie sich besser merken kann. Zumindest geht es mir so.

In der Virologie gibt es ein ganz ähnliches Phänomen. Und das betrifft tatsächlich nicht nur mich. Wir alle schreiben Viren oft menschliche Eigenschaften zu. Das passiert in Form von Metaphern oder Redewendungen, aber auch mit ganz offiziellen wissenschaftlichen Begrifflichkeiten. Vermutlich ist es dann einfacher, den Vorgang oder den Krankheitserreger selbst zu beschreiben. Außerdem

glaube ich, dass diese menschlichen Züge helfen, uns von dem Gegner Virus (aha, da ist auch schon die erste Vermenschlichung!) besser abzugrenzen und ihn zu bekämpfen. Eine Vermenschlichung kann also durchaus hilfreich sein.

Der Haken ist allerdings, dass dieses Phänomen auch Probleme bereiten kann. Vermenschlichungen täuschen uns nämlich manchmal darüber hinweg, was Viren eigentlich sind. Viren sind eben keine menschlichen Wesen. Eigentlich noch nicht mal Lebewesen. Denn nach biologischer Definition ist ein Virus im Gegensatz zu einem Bakterium nicht lebendig. Dazu kommen wir gleich. Da es schwierig ist, ohne Vermenschlichungen durch das Thema Virologie zu kommen – eben auch, weil so manch wissenschaftliche Begrifflichkeit auf Vermenschlichungen aufbaut –, ist es wichtig, im Hinterkopf zu behalten, dass Viren keine Lebewesen sind.

Insbesondere wenn es darum geht, wie wir mit ihnen umgehen oder wie Therapien aussehen, ist das von entscheidender Bedeutung. Allerdings werde ich in den folgenden Kapiteln immer wieder Begriffe oder Beispiele nutzen, die dem Virus menschliche Wesenszüge andichten. Ich bitte also, allzu menschliche Züge, die ich Viren verpasse, zugunsten des großen Ganzen zu entschuldigen. Aber besonders in diesem Kapitel veranschaulicht es hoffentlich auch, was Viren so alles »können«.

## Weder lebendig noch tot

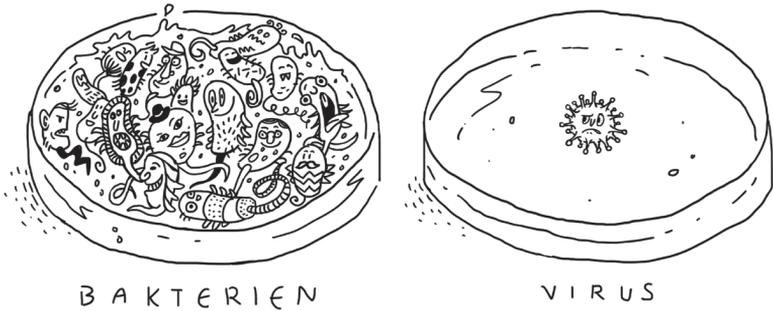
Man sollte meinen, dass es ziemlich einfach sein sollte, etwas Lebendiges von etwas Totem zu unterscheiden. Ein Stein ist tot, meine Zimmerpflanze lebt – zumindest im Optimalfall. Dank meiner sehr kurzen Aufmerksamkeitsspanne für das Gärtnern ist das leider nicht

immer ganz richtig. Doch woran mache ich den Unterschied zwischen tot und lebendig nun fest? Es gibt doch so viele unterschiedliche Formen von Leben. Was haben die denn alle gemeinsam?

Das ist auch eine Frage, die Biologen in den letzten Jahrhunderten ziemlich umgetrieben hat. Letztlich wurden einige Eigenschaften allgemein anerkannt, die alle erfüllt sein müssen, um etwas als lebendig zu erklären. Dazu zählt unter anderem, dass etwas Lebendiges eine zelluläre Organisation haben muss. Das heißt, es muss aus mindestens einem Raum bestehen, der von einer Zellmembran umschlossen ist. Diese umhüllten Räume müssen eine Art von Erbinformation besitzen, die an nachfolgende Generationen in irgendeiner Art und Weise vererbt werden kann. Leben muss also wachsen und sich fortpflanzen können. Diese Zellbereiche müssen auch einen Stoffwechsel besitzen, also mit der Umgebung Stoffe austauschen, Energie verbrauchen und verschiedene Reaktionen ablaufen lassen können. Diese Reaktionen müssen dabei so reguliert sein, dass die Zelle im Gleichgewicht bleibt. Leben muss in irgendeiner Art und Weise auf Reize von außen reagieren können. Und Leben muss beweglich und anpassbar sein, selbst wenn das nur im Zellinneren geschieht.

All diese Punkte schließen also kleine einzellige Lebewesen wie Plankton oder Bakterien mit ein. Sie schließen aber Viren aus, da Viren zum Beispiel keinen eigenen Stoffwechsel haben, sondern immer darauf angewiesen sind, den Stoffwechsel von Lebewesen zu nutzen.

Vereinfacht gesagt: Legt man sowohl ein Bakterium als auch ein Virus in ein Glas mit Nährmedien, wird sich das Bakterium fröhlich vermehren, das Virus nicht. Ohne die Hilfe von Zellen kann ein Virus nichts tun. Als Virologe bezeichnet man Viren daher als obligatorisch intrazelluläre Parasiten, also Schmarotzer, die sich ausschließlich in Zellen von Lebewesen vermehren können.

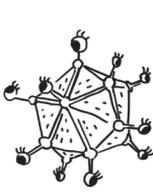


Viren sind also nicht lebendig – zumindest per Definition. Viren treffen keine willentlichen Entscheidungen, haben keine Absichten, verfolgen keinen Plan. Viren existieren einfach. Dafür bewegen sie allerdings eine ganze Menge. In unseren Zellen, Körpern, Ökosystemen, auf unserem Planeten. Einige Perspektiven darauf, wie die Welt der Viren aussieht und wie unsere Welt dank der Viren aussieht, werden wir auf unserer Reise durch dieses Buch gemeinsam erkunden.

## Und was genau ist nun ein Virus?

Virus ist nicht gleich Virus. Darauf kommen wir in einem späteren Kapitel zurück, wenn wir uns anschauen, wo auf diesem Planeten überall Viren zu finden sind. Virusinfektionen betreffen nämlich bei Weitem nicht nur den Menschen. Gleichzeitig unterscheiden sich aber auch schon die Virusfamilien, die den Menschen infizieren, drastisch voneinander. In Größe, Aufbau und auch in den Funktionen, die sie mitbringen.

Obwohl Viren so unterschiedlich sind, gibt es Bausteine, die sie alle gemeinsam haben. Was bräuchte also ein Virus, wenn man eines basteln wollte, damit man es hinterher auch als Virus erkennt?



ADENOVIRUS



BAKTERIOPHAGE



EBOLAVIRUS



HERPESVIRUS



HEPATITIS-B-VIRUS



HIV



INFLUENZAVIRUS



PAPILLOMAVIRUS



TOLLWUTVIRUS



ROTAVIRUS

Das wohl eindrucklichste Merkmal eines Virus ist vermutlich die Größe, beziehungsweise seine nicht vorhandene Größe. Die meisten uns vertrauten Viren kann man auch mit einem herkömmlichen Lichtmikroskop nicht sehen. Dazu braucht es schon spezielle, hochauflösende Mikroskope.

Aber wie klein ist denn klein? Mal angenommen, wir stellen uns das Grippevirus (Durchmesser von etwa hundert Nanometern) in der Größe einer Blaubeere (Größe ein Zentimeter) vor. Dann hätte eine durchschnittliche menschliche Zelle (Größe 0,025 Millimeter), die davon infiziert wird, einen Durchmesser von 2,50 Metern. Das ist ein bisschen höher als die durchschnittliche Deckenhöhe in deinem Wohnzimmer. Der dazugehörige Mensch wäre dann übrigens

180 Kilometer groß (das ist zwanzigmal so hoch wie der Mount Everest).

Im Laufe der nächsten Kapitel werden wir sehen, wie es ein blaubeerengroßes Virus schafft, eine raumgroße Zelle völlig zu dominieren, aber auch, wie eine gut organisierte zimmergroße Zelle das blaubeerengroße Virus findet und eliminiert. Das klingt zunächst nach einem ungleichen und vielleicht auch unfairen Kampf und erfordert deshalb auch beeindruckendste Technik auf beiden Seiten.

Rein biochemisch betrachtet besteht ein Virus aus überraschend wenig Bausteinen. Im Kern ist es eigentlich nur ein Stückchen Erbgut. Das kann aus DNA, wie das Erbgut in unseren eigenen Zellen, oder aus RNA bestehen. In unseren Zellen wird RNA zum größten Teil dazu benutzt, innerhalb der Zelle Botschaften zu verschicken. Das erklärt, warum ein Virus mit beiden Systemen erfolgreich in unseren Zellen arbeiten kann. Woraus auch immer es besteht, beinhaltet das Erbgut des Virus die Anleitung dazu, neue Viruspartikel zu produzieren.

In einem Viruspartikel ist das Erbgut in aller Regel durch eine Proteinhülle verpackt. Daneben gibt es im Viruspartikel noch eine Reihe weiterer Proteine, die einfach so mitverpackt werden, wenn die neu gebildeten Viruspartikel die Zelle wieder verlassen. Das sind zum Teil Proteine, die das Virus direkt wieder braucht, wenn es eine neue Zelle infiziert. Also ein bisschen wie das Gepäck, das man beim Umzug im eigenen Auto transportiert und das dafür sorgt, dass man überlebt, bis der Möbelwagen kommt. Die Anzahl variiert aber zwischen den Virusfamilien.

Ganz außen haben viele Virusfamilien noch eine Hülle. Diese entsteht beim Verlassen einer Zelle, wenn sich die Bestandteile des Viruspartikels quasi nach außen stülpen und dabei einen Teil der Zellmembran mitnehmen. Ganz wichtig ist, dass dabei in dieser Hülle spezifische Oberflächenproteine des Virus eingebaut werden, mit denen es dann an neue Zellen andocken kann.

## Ich packe meinen Koffer und nehme mit ...

Wie gerade beschrieben, ist es erstaunlich, was so ein Virus alles ausrichten kann, wenn man bedenkt, wie klein es eigentlich ist. Ich muss zugeben, dass mich das alleine deshalb schon beeindruckt, weil ich das Problem nur zu gut kenne. Ich bin nicht besonders groß und daher schon rein biologisch benachteiligt, wenn es darum geht, Gepäck zu Fuß zu transportieren. Man sollte also meinen, dass ich daher besonders gerne mit dem Auto oder Wohnmobil verreise, damit ich mehr Gepäck mitnehmen kann. Doch das Gegenteil ist der Fall. Ich bin großer Fan von Rucksackreisen und auch mehrtägigen Wandertouren. Das stellt mich natürlich hin und wieder vor größere Herausforderungen und ich muss vor jedem Urlaub sehr genau durchdenken, was ich wirklich brauche.

Die erste wichtige Lektion besteht natürlich darin, einigermaßen genau zu wissen, worauf man vorbereitet sein muss. Für einen einwöchigen Hotelurlaub auf einer sonnigen Insel sieht das Gepäck in meinem Rucksack anders aus als für ein verlängertes Wochenende, das ich im Februar nördlich des Polarkreises verbringe. Flipflops oder Thermoskanne? Das ist dann keine Frage mehr, sondern logische Schlussfolgerung. Gleichzeitig bestimmt die Auswahl meines Gepäcks auch die Freiheitsgrade auf meiner Reise. Habe ich Zelt, Schlafsack und Campingkocher dabei, habe ich zwar weniger Platz für Wechsel-T-Shirts, bin aber frei, zu übernachten, wo ich will.

Das gleiche Prinzip gilt auch für Viren. Je mehr Funktionen ein Virus selbst übernehmen kann, desto unabhängiger ist es von unserer Zelle. Aber das kostet Platz im Gepäck. Größere Viren, die mehr Proteine verpacken können und mehr Speicherplatz in ihrem Erbgut haben, haben deutlich mehr Möglichkeiten, die Zelle zu manipulieren, und sind unabhängiger. Zu den größeren Viren gehören beispielsweise Herpesviren, die mit einer beeindruckenden Zahl von mehr als

dreihundert »Werkzeugen« die Zelle manipulieren. Am anderen Ende des Spektrums befinden sich Viren wie Hepatitis B oder das Grippevirus, die mit vier beziehungsweise zwölf »Werkzeugen« Erstaunliches leisten.

Es gibt aber sowohl für Viren als auch fürs Reisen noch eine weitere Möglichkeit, den eigenen Spielraum zu vergrößern. Ganze Firmenzweige für Campingbedarf haben sich inzwischen darauf spezialisiert, immer leichtere und kleinere Gegenstände zu entwickeln, die dennoch keine Einschränkungen in der Funktion aufweisen. Außerdem gibt es noch Multifunktionsgeräte wie den Camping-Löffel, der vorne Zinken einer Gabel und hinten am Schaft ein Messer hat, oder Multifunktions-Karabiner mit Kompass, Thermometer und eingebauter Taschenlampe.

Insbesondere die viralen Proteine, die dafür zuständig sind, das menschliche Immunsystem in Schach zu halten, sind oft Multifunktionsproteine, die scheinbar spielerisch an mehreren Stellen gleichzeitig ansetzen können. Aber auch was den Speicherplatz im Erbgut angeht, haben sich manche Viren etwas einfallen lassen. Das Hepatitis-B-Virus nutzt zum Beispiel Speicherplatz quasi doppelt und dreifach. Anstatt für jede Information eine eigene Kombination aus Buchstaben zu verwenden, können durch überlappende Buchstabenbereiche auf engerem Raum viel mehr Informationen gelagert werden. Wenn man ein bisschen rechnet, stellt man fest, dass das Virus dadurch mehr als zweieinhalbmals mehr Informationen speichert, als es eigentlich Platz hat.

## Ankommen und Auspacken

Da es nicht lebt, braucht ein Virus also immer einen Gastgeber. Das klingt jetzt freundlicher, als es eigentlich ist, beinhaltet aber auch

einen Kern Wahrheit. Denn obwohl das Virus unsere Zelle gewissermaßen unter seine Kontrolle bringt, ist es nicht so, dass es sich hinterrücks und illegal Zugang verschafft.

An der Oberfläche von Viren sitzen Proteine, die genau passend sind, um an Zellen anzudocken. Verschiedene Viren haben sehr unterschiedliche Oberflächenproteine und auch unterschiedlich viele davon. Durch die Oberflächenproteine des Coronavirus etwa sieht das Virus unter dem Mikroskop so aus, als hätte es eine Krone, daher auch der Name. Das Humane Immundefizienz-Virus (HIV) dagegen hat deutlich weniger Oberflächenproteine, Grippeviren wiederum haben sehr, sehr viele.

Durch das Andocken auf der Zellaußenseite setzen die Viren Mechanismen in Gang, die letztlich dazu führen, dass das Virus in die Zelle aufgenommen wird. Ein befreundeter Virologe hat diesen Vorgang mal damit beschrieben, dass es also fast ein bisschen so sei, als würde das Virus die Türklingel drücken, das richtige Codewort sagen und in der Folge in die Zelle hineingelassen. Viren nutzen damit direkt beim Eintritt in die Zelle schon ganz selbstverständlich die bestehenden Mechanismen der Zelle aus. Wie unsere Zelle trotzdem merkt, dass da etwas nicht mit rechten Dingen zugeht, sehen wir in einem späteren Kapitel.

So weit, so gut. Wir alle wissen, dass das Ankommen bei einem Umzug erst der erste Schritt ist. Bis alles ausgepackt und voll funktionstüchtig ist, kann es mitunter lange dauern, und in der Regel ist das Leben bis dahin auch eher chaotisch. Nichts ist da, wo es sein müsste, und man sucht Stunden, bis man endlich hat, was man gerade braucht. Und egal, was man sucht, es befindet sich meistens in der allerletzten Kiste, in der man nachschaut. Die meisten Menschen nehmen sich für einen Umzug deshalb in der Regel ein paar Tage frei, um sich zu organisieren, bevor der Alltag wieder effizient laufen muss.

So viel Zeit hat das Virus nicht. Da es ständig in der Gefahr schwebt, erkannt zu werden, muss es sich nicht nur beeilen, sondern auch gleichzeitig auf zwei Aufgaben konzentrieren – sich so gut wie möglich zu verstecken und gleichzeitig so effizient wie möglich neue Viren zu produzieren. Wer nicht gut im Multitasking ist, ist jetzt hoffentlich beeindruckt!

## Virus GmbH & Co. KG

Und wie funktioniert nun die Virusproduktion? Der zentrale Baustein eines Virus ist ja die Bauanleitung für neue Viruspartikel, also für die Bestandteile, aus denen dann später ein neues Virus zusammengebaut wird. Oberstes Ziel ist daher, dass diese Bauanleitung an die richtige Stelle gelangt, wo sie ausgelesen werden kann. Wie bereits erwähnt, besteht das Erbgut eines Virus mal aus DNA, mal aus RNA, es ist mal einzelsträngig, mal doppelsträngig und bei Grippeviren beispielsweise sogar segmentiert.

Je nach Virusfamilie unterscheidet sich deshalb auch das Prozedere innerhalb der Zelle. Muss das Erbgut erst in für die Zelle lesbare Botschaften übersetzt werden? Oder sind die Botschaften direkt lesbar? Jede Virusfamilie hat da so ihre eigene Taktik. Manche bringen ihr Erbgut erst einmal in den Zellkern und nutzen die Prozesse dort für die Übersetzungsarbeit. Das ist natürlich mit Aufwand und Risiko verbunden. Andere Viren bringen daher ihren eigenen Übersetzungsapparat mit und ersparen sich dadurch den Transport in den Zellkern.

Egal, wie das virale Erbgut letztlich ausgelesen wird, das Ziel ist dasselbe: Die Zelle stellt Rohstoffe, Energie und Maschinerie zur Verfügung und das Virus muss nur noch die Bauanleitungen für Viruspartikel bereitstellen sowie die Produktion umstellen. Das ist also

fast wie bei der feindlichen Übernahme einer Fabrik. Das Inventar bleibt, die meisten Angestellten bleiben auch, aber das Produkt ist ein anderes. Das Virus stoppt also die reguläre Produktion und die Zelle baut stattdessen Virusbestandteile.

Die zweite wichtige Aufgabe, auf die sich ein Virus in der Zelle konzentrieren muss, ist, unerkannt zu bleiben. Und das möglichst lange. Wer in seiner Kindheit stundenlang Verstecken gespielt hat, kennt sich mit folgender Methode bestens aus: Manche Viren, wie zum Beispiel das Dengue-Virus oder das Hepatitis-C-Virus, wickeln Teile ihres Produktionsprozesses einfach in herumliegende Membransysteme ein. Das hat zwei Vorteile: Erstens sind alle wichtigen Werkzeuge im Produktionsprozess nah beieinander und müssen nicht am anderen Ende der Zelle gesucht werden, sobald sie gebraucht werden. Und zweitens versteckt das die Vorgänge vor neugierigen Blicken. Zumindest für eine ganze Weile.



Eine zweite sehr erfolgreiche Taktik ist die Tarnung. Es gibt Viren, die ihre Bestandteile den Zellbestandteilen so sehr ähneln lassen, dass man schon genau hinschauen muss, um den Unterschied zu bemerken.

Ich kenne mich mit Handtaschen nicht sonderlich gut aus und würde wohl eine gefälschte Prada-Handtasche von der echten kaum unterscheiden können. Vielleicht, wenn ich beide direkt nebeneinander sehen würde, vermutlich aber erst durch den Preis. Letztlich wäre ich damit ein hervorragendes Opfer, dem man eine gefälschte Handtasche andrehen könnte. Bei Dingen, mit denen ich mich besser auskenne, wird es schon schwieriger, mir etwas anzudrehen.

Viren müssen durchaus etwas Aufwand betreiben, um Ähnlichkeit zu erzielen. Denn sonst hat es die Zelle zu leicht, die Infektion zu entdecken. Ein berühmtes Beispiel ist das Grippevirus, das seine übersetzten Botschaften nicht nur ähnlich gestaltet, sondern den zellulären Botschaften einfach einen Teil klaut und damit, wie mit einem echten Etikett an der gefälschten Ware, das Verkaufsgespräch führt. Das ist nicht nur total clever, sondern auch sehr erfolgreich. Es gibt auch Viren, die lassen Imitationen von Zellbestandteilen produzieren, einzig und allein zu dem Zweck, dass die Zelle nach außen hin normal erscheint und keine Aufmerksamkeit erregt. Denn wie wir in Kapitel drei näher beleuchten, wird das Fehlen von »normalem« Aussehen von spezialisierten Zellen unseres Immunsystems erkannt. Um diesen Zellen vorzugaukeln, dass alles mit rechten Dingen zugeht, produziert zum Beispiel das humane Cytomegalievirus, das zur Familie der Herpesviren gehört, eine Attrappe für die Zelloberfläche.

Da auch Verstecken und Nachahmen irgendwann an ihre Grenzen kommen, haben Viren noch diverse andere Tricks auf Lager. Die sind meist plumper und zielen in der Regel darauf ab, die Signalweiterleitung zum Schweigen zu bringen, die in Gang gesetzt wird, sobald die Zelle dann doch mitbekommen hat, dass sie infiziert ist. Dazu jedoch später mehr.

## Wer lange schläft, verliert sein Pferd

Immer effizienteres Selbstmanagement gepaart mit Achtsamkeit – das sind aktuell die großen Verkaufsschlager auf dem Buchmarkt oder für Workshops. Und selbst wer diesem Trend bisher entkommen ist, weiß schon lange: Der frühe Vogel fängt den Wurm.

Diese Redensart ist übrigens keine typisch deutsche. Im Laufe meines Studiums war ich im Rahmen eines Auslandspraktikums für drei Monate in der Mongolei. Mein Reiseführer überraschte mich mit dieser wichtigen Lebensweisheit: Wer lange schläft, verliert sein Pferd. Was lustig klingt, ist nichts anderes als unsere Redensart mit dem Vogel. So wichtig lange Ruhephasen für uns Menschen sind, so wichtig ist es auch, nicht zu viel zu ruhen, sondern am Ball zu bleiben. Regeneration ja, Schlendrian nein. Etwas anderes kann man sich als Lebewesen in der Regel nicht erlauben.

Da haben es Viren deutlich leichter. Da sie nicht leben, ist es ihnen einerseits egal, ob sie über einen bestimmten Zeitraum weniger produktiv sind, andererseits spielen Zeit und Energieversorgung keine Rolle. Denn Viren sind sehr stabil. Sie können über extrem lange Zeiträume auf Oberflächen infektiös bleiben, ebenso Hunderte von Jahren in gefrorenem Zustand, etwa im sibirischen Permafrostboden oder einem Gefrierschrank im Labor.

Interessanterweise nutzen manche Viren Ruhephasen aber auch taktisch, um dem Immunsystem zu entkommen. Ein weitverbreitetes und sehr bekanntes Familienmitglied in der großen Familie der Herpesviren ist zum Beispiel das Herpes-Simplex-Virus Typ 1, das die unangenehmen Lippenbläschen verursacht. Einmal damit infiziert, werden wir dieses Virus nicht mehr los. Die Bläschen kommen und gehen, aber das Virus bleibt uns erhalten. Es versteckt sich mit seinem Erbgut in unserem Zellkern und fährt so gut wie alle Aktivitäten herunter. Dadurch bleibt es in der Zelle unentdeckt. In unregel-

mäßigen Abständen, zum Beispiel wenn wir gestresst sind, legt es plötzlich los und lässt eine neue Generation von Viren produzieren, die dann in den infektiösen Bläschen weiterverbreitet werden, bevor es wieder in den Winterschlaf fällt.

Sich im Zellkern zu verstecken, ist kein Alleinstellungsmerkmal für Herpesviren. Es gibt noch andere Virusfamilien, die diese Taktik sehr erfolgreich nutzen. Das Aids auslösende HIV gehört dazu. Das Virus versteckt sich aber nicht nur lebenslang in unseren Zellkernen, sondern integriert sein Erbgut direkt in unsere DNA. Das macht es der Zelle nicht nur sehr schwer, das Virus zu entdecken, solange es nicht aktiv Virusbestandteile produziert, sondern gestaltet auch jegliches therapeutisches Vorgehen sehr schwierig, weil man zumindest im Moment noch nicht ohne Risiko ein Stückchen virale DNA aus unserem Erbgut herauszuschneiden kann, ohne unsere eigene DNA zu gefährden.

## Weiter geht die Reise

Nach getaner Arbeit müssen die von der Zelle hergestellten Virusbestandteile zu fertigen Partikeln zusammengebaut werden. Wie bei einem Lego-Set müssen sich dabei alle relevanten Bausteine in der richtigen Stückzahl zusammenfinden, sonst entsteht zwar womöglich auch etwas Hübsches, aber nicht das gewünschte Produkt. Das Beeindruckende ist außerdem, dass diese Bausteine inmitten vieler anderer (nämlich zellulärer) Bausteine gefunden werden müssen. Wer schon einmal versucht hat, ein Lego-Set aus einer großen Lego-Kiste mit vielen anderen Steinen herauszusortieren, erahnt vielleicht die Dimension. Eine Zelle ist ja kein luftleerer Raum, sondern vollgepackt mit unterschiedlichsten Bausteinen und Zellorganellen.

Wie schon erwähnt, lagern sich die viralen Bestandteile zusammen – wie das genau funktioniert, ist bisher für die wenigsten Viren auch nur annähernd verstanden. Ein Großteil der Viren stülpt dabei die Zellmembran nach außen und klaut dadurch quasi ein Stück Membran und nutzt es für die eigene Hülle. Es gibt aber auch Viren, die andere Austrittswege aus der Zelle nutzen und deshalb später unbehüllt sind.

Der Vorteil der behüllten Viren – zumindest aus menschlicher Sicht – ist, dass man diese Hülle durch Seife zerstören und das Virus daher ganz einfach beim Händewaschen unschädlich machen kann. Denn die zum Andocken an die Zelle nötigen Oberflächenproteine sitzen ja in der Hülle. Und ohne Andocken an die Zelle keine Virusvermehrung. Das Coronavirus ist so ein Beispiel. Deshalb sind relativ einfache Hygienemaßnahmen wie das Händewaschen auch so effektiv. Gleiches gilt auch für eine ganze Reihe weiterer Viren, etwa Grippeviren.

Je nachdem, welches Organ von einem Virus betroffen ist, unterscheiden sich natürlich die Ausscheidungs- und damit auch die Ansteckungswege. Viren, die zu klassischen Erkältungssymptomen führen, weil sie die Atemwege infizieren, also zum Beispiel Grippeviren, Coronaviren, Rhinoviren, werden über Tröpfchen und Aerosole übertragen. Viren, die den Magen-Darm-Trakt infizieren, wie Noroviren oder Rotaviren, werden über den Stuhl ausgeschieden. HIV wiederum infiziert Zellen im Blut und kann daher über Blutprodukte übertragen werden, aber auch durch andere Körperflüssigkeiten wie Sperma, Vaginalsekret, Muttermilch oder Gehirn- und Rückenmarksflüssigkeit.