

MARTIN MODER
Treffen sich zwei Moleküle ...



GOLDMANN
Lesen erleben

Buch

Einfach Stechmücke und Glühwürmchen kreuzen, damit man nachts sieht, wo man hinschlagen muss? Martin Moder zeigt anhand zahlreicher Beispiele, dass die Wissenschaft zu so ziemlich jedem Aspekt des Lebens nicht nur spannende Fragen aufwirft, sondern auch überraschende Antworten bereithält. Mit Witz und Verve spannt der Molekularbiologe den großen Bogen von der Entstehung des ersten Lebewesens bis hin zur Frage, wie man Gedanken in einem Gehirn konserviert. Die Meinung der Experten: »Es gibt in Ihrem Leben zwei Dinge, die Ihnen Freude bereiten: Serotonin und Dopamin.« Auch die Lektüre dieses Buches setzt Glückshormone frei.« Wissenschaft aktuell

Autor

Martin Moder, Molekularbiologe am Forschungszentrum für Molekulare Medizin in Wien und 2014 erster Science-Slam-Europameister der Welt, hielt seinen anschaulichen Vortrag »Hirnamputierte Fruchtfliegen zur Tumorbekämpfung« im Fliegenkostüm. Er engagiert sich in der »Gesellschaft für Kritisches Denken«, betreibt den Science Blog »GENau« und ist Mitglied der Science Busters. Martin Moder findet Wissenschaft viel zu spannend, um sie nur den Forschern zu überlassen und ist überzeugt, dass es noch nie eine aufregendere Zeit gab, um Molekularbiologe zu sein.

Martin Moder

Treffen sich zwei Moleküle ...

Wissenschaft einfach
clever erklärt

Mit Illustrationen von
Mandy Fischer

GOLDMANN

Sollte diese Publikation Links auf Webseiten Dritter
enthalten, so übernehmen wir für deren Inhalte
keine Haftung, da wir uns diese nicht zu eigen machen,
sondern lediglich auf deren Stand zum Zeitpunkt
der Erstveröffentlichung verweisen.



Penguin Random House Verlagsgruppe FSC® N001967

3. Auflage

Taschenbuchausgabe März 2018

Wilhelm Goldmann Verlag, München,

in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH

Neumarkter Str. 28, 81673 München

Copyright © 2018 dieser Ausgabe by Wilhelm Goldmann Verlag,

München, in der Penguin Random House Verlagsgruppe GmbH

Copyright © 2016 der Originalausgabe by Benevento Publishing,

eine Marke der Red Bull Media House GmbH,

Wals bei Salzburg

Umschlaggestaltung: UNO Werbeagentur, München

Umschlagabbildung: FinePic®, München

Autorenfoto: Ingo Pertramer

KF · Herstellung: kw

Druck und Einband: GGP Media GmbH, Pößneck

Printed in Germany

ISBN: 978-3-442-15948-2

www.goldmann-verlag.de

Besuchen Sie den Goldmann Verlag im Netz



Inhalt

Vorwort	7
1. Kapitel: Vom rosa Urschleim zum mongolischen Frauenheld	13
Kaffeekränzchen mit Dschingis Khan	16
Moleküle und Meteoriten	18
RNA – als Erstes da	23
Ur viele Urzellen?	27
2. Kapitel: Liebe, Gene, Streichelroboter	31
What is love?	33
Bussi, Bussi.	38
Wissenschaftlich online-daten.	45
Die Liebeslanze	47
Ökologisch verhüten	54
Real versus Digital	56
Glücklich Single dank Jungferngeburt	61
Großzügige Embryos	68
Wissenschaftlich kuscheln	71
3. Kapitel: Die winzigen Helden der Molekularbiologie	77
Hirnamputierte Fruchtfliegen.	79
Gedankenlesen im Aquarium.	85
Digitale Wurmhirn-Roboter	90

4. Kapitel: Wenn der Körper Faxen macht	95
Dr. Schmidt nimmt eine Stichprobe.....	97
Halbe Hirne	100
Mit Weißbrot ins Koma saufen.....	110
Furchtlos durch Katzenkacke	114
5. Kapitel: Wissenschaftlich durch den Tag	123
Morgens	125
Bei der Arbeit.....	130
Abends	136
6. Kapitel: Was die Zukunft bringt	147
Veganer Döner mit Scharf	150
Copy & Paste im DNA-Faden.....	160
Anti-Aging für Draufgänger.....	179
Vorübergehend ausgestorben	204
Schlusswort: Sind wir etwas Besonderes?	221
Literaturverzeichnis	229

Vorwort

Erinnern Sie sich noch an den Moment, in dem Ihnen plötzlich klar wurde, was Ihre Berufung ist? Was Sie mit ihrem Leben anfangen wollen?

Wenn Kinder sagen, sie möchten Wissenschaftler oder Wissenschaftlerin werden (es sind selbstverständlich immer beide Geschlechter gemeint), denken sie dabei meistens daran, Dinge in die Luft zu jagen, Superkräfte durch radioaktive Spinnenbisse zu bekommen oder ihre Feinde mit irgendwelchen Laserstrahlen zu vernichten. Mit einer so klaren Vision bin ich leider nicht aufgewachsen, dafür war ich schon immer ein neugieriger Mensch. Gezeigt hat sich das erstmals, als ich in meiner Kindheit zusammen mit meiner Schwester eine mysteriöse Maschine bei meiner Oma untersuchte. Während ich das Gerät inspizierte, indem ich meinen Finger in sämtliche Öffnungen steckte, drehte meine Schwester an der seitlich angebrachten Kurbel. Ich erinnere mich noch sehr gut an die Konstruktion, obwohl ich seitdem nie wieder einen Fleischwolf gesehen habe. An diesen Moment denke ich gerne zurück und rede mir ein, dass die plötzliche Klarheit über die Funktionsweise der Maschine meine Schwester dazu motiviert hat, Physikerin zu werden, während der Anblick meines Finger-Innenlebens mich dazu ermutigt hat den menschlichen Körper verstehen zu wollen – insbesondere, wie man eine Blutung stoppt. Es war der Kickstarter für meine Faszination für die Biologie. Plötzlich schossen

mir alle möglichen Fragen durch den Kopf. Kann man eine Stechmücke mit einem Glühwürmchen kreuzen, damit man nachts sieht, wo man hinschlagen muss? Wissen Raupen, dass sie zu Schmetterlingen werden, oder bauen sie einen Kokon und fragen sich dabei, was zur Hölle sie gerade machen?

Einige Jahre später, als sich meine Fingerspitze längst von ihrem Verlust erholt hatte, schrieb ich mich für ein Biologiestudium an der Universität Wien ein, um Molekularbiologe zu werden. Ich hatte keine Ahnung, was auf mich zukam. Zu diesem Zeitpunkt stammte meine stärkste Assoziation zum Thema Wissenschaft aus nächtelangen Half-Life-Sitzungen. Bei dem Computerspiel schlüpft man in die Rolle eines Physikers, dem ein Experiment in die Hose geht, wodurch sich ein Dimensionsportal öffnet. Daraufhin schnappt er sich eine Brechstange, mit der er auf die Außerirdischen einklopft, die durch das Portal schlüpfen. Damals fand ich das ziemlich spannend, doch mittlerweile habe ich etwas gelernt, das ich mir zu der Zeit nicht hätte vorstellen können: dass Wissenschaft im echten Leben noch um einiges aufregender ist.

Wissenschaftlern wird manchmal unterstellt, sie würden den Dingen die Magie rauben, indem sie versuchen, alles zu verstehen. Dieser Vorwurf ist so haltlos wie Sommerreifen auf einem sibirischen Gebirgspfad. Und das gleich aus zwei Gründen. Erstens: Forscher sind sehr froh darüber, nicht alles zu verstehen. Sie arbeiten in einer Branche, die davon lebt, neues Wissen zu

generieren. Gäbe es nichts mehr zu entdecken, würden sich die Warteräume des Arbeitsmarktservice rasant mit Menschen in weißen Labormänteln füllen. Zweitens: Wenn man etwas versteht, wird es dadurch nicht weniger schön. Eine Blume riecht nicht schlechter, nur weil man erkennt, dass sie damit summende Bienchen anlocken will. Das Wissen um die gemeinsame Evolution der beiden Wesen fügt lediglich eine weitere Ebene an Schönheit hinzu. So wie der Cheese im Cheeseburger. Ein Forschungslabor ist ein Werkzeugkasten, der die unsichtbaren Dinge dieser Welt greifbar macht, verborgene Zusammenhänge offenbart und die Genialität hinter scheinbar banalen Dingen zu erkennen gibt. Der wissenschaftlich interessierte Mensch erkennt deshalb sogar die Eleganz hinter den Schimmelflecken über der Badewanne. Genau wie Sie hat der Pilz einen Milliarden Jahre andauernden Optimierungsprozess hinter sich. Fühlt man sich da nicht gleich ein bisschen verbundener? Seien Sie froh, dass die Evolution Sie auf der Seite ausgespuckt hat, die den Anti-Flecken-Spray in der Hand hält.

Der molekulare Bruder der Biologie ist die Genetik. Sie beschäftigt sich mit der DNA – dem Bauplan des Lebens. Salopp gesagt sind es lediglich unsere Gene, die uns von dem Afrikanischen Ochsenfrosch unterscheiden. Obwohl wir erst seit knapp über 60 Jahren wissen, was DNA eigentlich ist, können wir Gene heute verschieben und abändern, als wären sie Lego-Bausteine. In diesem Buch liefern Genetik, Biologie und

die Medizin Antworten auf die großen Fragen des Lebens:

- Woher kommen wir?
- Kann man das Bewusstsein mit einem Messer spalten?
- Wie viel Weißbrot muss man essen, um betrunken zu werden?
- Sollte ich mich mit jemandem zusammennähen?
- Und wie kann man mithilfe von Fußgeruch Leben retten?

Je mehr wir von der Welt begreifen, desto grandioser erscheint sie uns. In den letzten Jahren hat die Wissenschaft erstaunliche Entdeckungen gemacht, die unser Weltbild und unser Selbstverständnis auf die Probe stellen. Leider verstecken sich die meisten davon in irgendwelchen Fachzeitschriften und schaffen es zwischen *Bauer sucht Frau* und der fünften Wiederholung der gleichen Simpsons-Episode kaum an die Öffentlichkeit. Mit diesem Buch möchte ich das ändern. Es handelt von den spannendsten Erkenntnissen und Gedanken, die man als Molekularbiologe an den Kopf geworfen bekommt. Die Wissenschaft hat zu ziemlich jedem Aspekt des Lebens etwas Spannendes zu sagen. Dieses Buch beschäftigt sich damit, wie Gene, Biologie und Forschung unser Leben beeinflussen und in Zukunft noch viel stärker prägen werden. Es beinhaltet Themen, die so menschlich sind wie die Liebe, bis hin zu digitalen Fadenwürm-

gehirnen, die Lego-Roboter steuern. Erfahren Sie, wie man wissenschaftlich korrekt kuschelt und wie sich Embryonen bereits im Mutterleib für das fensterlose, aber gemütliche Plätzchen revanchieren. Ich bin sicher, Sie werden auf viele Dinge stoßen, die Sie überraschen. Viel Spaß dabei!



I. Kapitel

Vom rosa Urschleim zum mongolischen Frauenheld

Die Frage nach dem Ursprung des Lebens hat die Menschen schon immer beschäftigt. So vielfältig wie die Kulturen dieser Welt sind deshalb auch die Erklärungsmodelle, die im Laufe der Zeit aufgestellt wurden. Die alten Griechen meinten, ein Titan namens Prometheus hätte uns aus Ton geformt. Er gab den Menschen den Fleiß der Pferde und die Klugheit der Hunde. Seit ich diesen Mythos kenne, muss ich immer schmunzelnd nicken, wenn der Hund meiner Schwester seinen Schwanz jagt, nachdem er seinen eigenen Kot gefressen hat.

Einen besonders einfallsreichen Schöpfungsmythos findet man auch in der chinesischen Mythologie. Darin beginnt die Geschichte der Welt mit einem Ei, das durch die Dunkelheit treibt. Als die Schale zerbrach, wurde die obere Hälfte zum Himmel, die untere zur Erde und dazwischen befand sich der frisch geschlüpfte Pangu, das erste Lebewesen der Welt, das Himmel und Erde stützte. Als Pangu nach Jahrtausenden starb, wurde eines seiner Augen zur Sonne, das andere zum Mond. Aus seinen Haaren wurden Wälder, während sich Felsen aus seinen Zähnen formten. Und woraus bildeten sich die Menschen? Aus dem Ungeziefer, das auf seiner Haut wohnte. Hut ab vor der Selbstironie der alten Chinesen, aber als glaubwürdiges Erklärungsmodell für die Entstehung des Lebens reicht mir das nicht.

Nach den antiken Kulturen begannen auch moderne Wissenschaftler damit, sich Gedanken über die Herkunft des ersten Lebewesens zu machen. Wie kann es

sein, dass auf einem bisher toten, durch das Weltall sausen- den Gesteinshaufen namens Erde plötzlich etwas anfängt zu leben? Zwar wissen wir mittlerweile, dass das Leben in sehr primitiver Form angefangen haben muss und nicht etwa plötzlich Katzenbabys aus der Erde geschossen sind. Wie genau dieses erste Leben entstehen konnte, ist aber nach wie vor mysteriös. Umso spannender ist es, dass man einigen der Prozesse, die zur Entstehung des Lebens beigetragen haben müssen, mittlerweile auf die Schliche gekommen ist. Ein kosmi- sches Ei war laut den Modellen der Forscher zwar nicht involviert, dafür andere Dinge, die durch die Dunkel- heit fliegen. In diesem Kapitel finden Sie eines der aktu- ellsten Erklärungsmodelle für eine der ältesten Fragen der Welt: Woher kommen wir?

Kaffeekränzchen mit Dschingis Khan

Als Kind fand ich Familienfeiern ziemlich langweilig. Kaffee durfte ich noch nicht trinken, und erwähnenswerter Tratsch aus dem Kindergarten fiel mir auch nicht ein. Außerdem besaßen meine Tanten einen Hund, der mir, zumindest in meiner kindlichen Wahrnehmung, nach dem Leben trachtete. Dafür hatten meine Tanten Satellitenfernsehen. Das kannte ich von daheim nicht, und es machte mir großen Spaß, beim Durchzappen nach absurden, zusammenhängenden Satzfragmenten zu suchen. Insgesamt waren die Familienfeiern also ganz erträglich, zumal meine Verwandten richtig nette Leute sind. Zumindest diejenigen, die ich kenne. Aber was ist mit denen, die ich nie getroffen habe? Wissen Sie, wer Ihre Urgroßeltern waren?

Stellen Sie sich vor, Sie würden Ihren Vater an der Hand halten. Der hält wiederum seinen Vater an der Hand, der wiederum seinen und so weiter. Statistisch betrachtet, würde nach nur 50 Metern dieser Großvaterkette mit einer Wahrscheinlichkeit von 1:200 ein Mann stehen, dessen Name Ihnen nicht unbekannt ist: Dschingis Khan. Der mongolische Eroberer hatte bei Familienfeiern sicherlich spannenderen Tratsch zu erzählen als meine Tanten. Dafür hatte er kein Satellitenfernsehen. Khan war nicht der Typ, der sich in die *Friendzone* stecken lässt. Anders wären die Millionen an Nachfahren, die es heute von ihm gibt, schwer zu erklären. Er hatte Hunderte Kinder, die selbst wiederum

Hunderte Kinder zur Welt brachten. Vermutlich ist er nur deshalb plündernd durch Asien gezogen, um seine Alimente zahlen zu können. Das Wissen über die Verbreitung der Khan-Gene verdanken wir einer Untersuchung von Y-Chromosomen aus dem Jahre 2003 (Zerjal, 2003). Y-Chromosomen sind ein Teil unserer Erbinformation und legen das männliche Geschlecht fest. Sie werden relativ unverändert von Vater zu Sohn weitergegeben und erlauben Rückschlüsse auf den väterlichen Teil des Stammbaums. Wie es zu einer so starken Verbreitung seiner Nachfahren kommen konnte, lässt ein umstrittenes Zitat erahnen, das Khan manchmal angehaftet wird: »Die größte Freude im Leben eines Mannes ist es, seine Gegner zu besiegen, sie vor sich her zu treiben, ihnen sämtlichen Besitz wegzunehmen, ihre Geliebten in Tränen zu sehen, ihre Pferde zu reiten und ihre Frauen und Töchter in den Armen zu halten.« Zweifelhaft, ob es ihm tatsächlich ausreichte, Frauen und Töchter in den Armen zu halten. Khan gilt nicht als klassischer Gutmensch, und über 100 Kinder bekommt man nicht, nur weil man es auf der Maturareise mal krachen lässt. Seine Nachfahren waren ebenfalls nicht zeugungsfaul, was man darauf zurückführt, dass Männer in Machtpositionen mehrere Frauen hatten und sich in eroberten Städten nicht gerade wie Gentlemen verhielten. Das Resultat dieser mongolischen Orgien ist, dass sich die Y-Chromosomen von acht Prozent aller Männer in einer großen Region Asiens auf die Khan-Familie zurückführen lassen. Zugegeben, wenn Sie kein bisschen

asiatisch aussehen, stehen Ihre Chancen auf die Eroberer-Gene schlecht. Aber rein rechnerisch betrachtet, bringen es die Khan-Nachfahren auf stolze 0,5 Prozent der männlichen Weltbevölkerung von 2003.

Moleküle und Meteoriten

Gehen wir in der Großvaterkette noch weiter zurück. Viel weiter. Theoretisch könnte man sie fortführen bis zur ersten Lebensform der Welt. In der Praxis würde dieser Versuch aber daran scheitern, dass die Kette bei einer Anzahl an Individuen, die etwa der Einwohnerzahl Pakistans entspricht, reißen würde. Es ist nämlich verdammt schwer, sich die Hände zu geben, wenn man stattdessen Flossen hat. Und haben Sie schon einmal zwei Fische beim Händchenhalten beobachtet? Dafür fehlt denen einfach der Sinn für Romantik. Ignoriert man dieses Problem und stellt die restlichen Vorfahren wie alte Ehepaare wortlos nebeneinander, endet die Kette tatsächlich irgendwann mit unserem ersten gemeinsamen Vorfahren. Dieser einzellige Adam lebte vor rund vier Milliarden Jahren und formt den Übergang von der Chemie zur Biologie. Auf Englisch wird er liebevoll als LUCA bezeichnet – the Last Universal Common Ancestor. Wie Luca aussah und was seine Hobbys waren, weiß niemand so genau. Es war ja auch noch niemand da, der ihn danach hätte fragen können.

Es hat sich auch niemand dafür interessiert, ob Luca überhaupt entstehen möchte. Diese Entscheidung hat ihm bereits der Kohlenstoff abgenommen, der völlig ungeniert mehrere Bindungen zugleich eingeht und die Grundstruktur des Lebens bildet. Das Element hat einen langen Weg hinter sich. Es wird im Inneren von massereichen Sternen geschmiedet und formt praktisch alles, was diese Welt lebenswert macht: Grillkohle, Diamanten und das Leben. Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate und viele andere Dinge, die in unseren Zellen herumschwimmen, haben Kohlenstoff als Grundgerüst. Das kommt daher, dass Kohlenstoff ein Meister darin ist, lange Ketten zu formen und Bindungen mit anderen Elementen einzugehen. Diese Bindungen haben sogar die perfekte Stärke. Sie sind kräftig genug, um beim Saunabesuch nicht spontan zu zerfallen, aber dennoch so locker, dass wir sie aufbrechen können und das verspeiste Sahnetörtchen nicht unverdaut in die Toilette plumpsen muss. Die wichtigste Eigenschaft von Kohlenstoff ist aber die Vielfalt der chemischen Strukturen, die das Element bilden kann. Tatsächlich kann Kohlenstoff mehr Strukturen formen als alle anderen Elemente des Periodensystems zusammengenommen. Das ist sehr nützlich, wenn man etwas so Komplexes wie Leben basteln möchte. Damit sich aus Kohlenstoff ein Lebewesen bilden kann, muss dieser zuerst organische Verbindungen formen.

Wie diese entstanden sind, wissen wir seit den 1950ern, dank der Wissenschaftler Stanley Miller und

Harold Clayton Urey (Miller, 1959). Die beiden Forscher simulierten in einem Glaskolben eine Atmosphäre, wie sie auf der frühen Erde geherrscht haben muss: Wasser, Methan (Kohlenstoff), Wasserstoff und Ammoniak. Unwirtliche Bedingungen, wie man sie heute allenfalls in Sportumkleidekabinen und Laufschuhen vorfindet. Die beiden Herren setzten diese Mischung elektrischen Entladungen aus, um die in der jungen Atmosphäre häufigen Gewitterblitze zu simulieren. Am Boden des Kolbens befand sich ein simulierter Urozean, was eine reißerische Umschreibung für eine kleine Wasserlake ist. Tatsächlich spektakulär wurde es erst, als die Uratmosphäre ein paar Tage lang den elektrischen Entladungen ausgesetzt wurde. Die Flüssigkeit begann sich rosa zu verfärben, und als die Forscher sie untersuchten, entdeckten sie darin etwas Erstaunliches: organische Moleküle, die sich mithilfe der Blitzentladungen in der Uratmosphäre spontan gebildet hatten, darunter Zucker, Fettsäuren und Aminosäuren. Spätere Experimente mit abgewandelten atmosphärischen Bedingungen brachten noch weitere Bestandteile des Lebens hervor, unter anderem die Bausteine der Erbinformation. Seien Sie also dankbar, wenn Ihnen in der U-Bahn das nächste Mal ein dezenter Methangeruch in die Nase steigt – ohne ihn gäbe es weder Sie noch die U-Bahn.

Vielleicht hatte Luca neben dem rosa Urschleim sogar Starthilfe von außerhalb. In unserem Sonnensystem gibt es viele Gegenden, in denen Bedingungen herrschen, die organische Moleküle hervorbringen können.

Deshalb sind Meteoriten oft vollgepackt mit den Bausteinen des Lebens, obwohl sie selber sterile Brocken sind. In dem über 100 Kilogramm schweren Murchison-Meteorit, der 1969 in Australien niederging, fand man 70 verschiedene Arten von Aminosäuren, von denen man viele aus den heutigen Lebewesen kennt. Meteoriten, die während der Entstehung des Sonnensystems durch urzeitliche Staubwolken flitzten, konnten sich dabei mit organischen Stoffen anreichern. Das starke Asteroidenbombardement der frühen Erdgeschichte könnte somit als Kickstarter des Lebens gedient haben. Es gelangte dadurch nicht nur eine große Anzahl an zukünftigen Zellbestandteilen zur Erde, es wurden auch Unmengen an Wasser auf unseren Planeten gebracht. Aber nicht nur der Inhalt eines Meteoriten kann einen Beitrag zur Entstehung des Lebens leisten, sondern auch der Einschlag selbst. 2015 bastelten Wissenschaftler einen Meteoriten (Sugahara, 2015). Es war ein gefrorener Mischmasch aus Wasser, Aminosäuren und Silikaten, den sie auf -196°C abkühlten. Um einen Einschlag zu simulieren, beschossen sie die kosmische Schneekugel mit Projektilen. Durch den Aufprall haben sich die einzelnen Aminosäuren zu kurzen Ketten zusammengeschlossen, wie sie es auch in Zellen tun, um Proteine zu formen. Die Aufprallwucht an sich kann also dazu beitragen, dass komplexe organische Moleküle entstehen, ohne die es keine Biologie gäbe. Was der Ursuppe zum Leben noch fehlte, war eine Abgrenzung zur Außenwelt. Eine Außenmembran, die der von heutigen

Zellen ähnelt, bildet sich spontan, wenn amphiphile Moleküle auf Wasser treffen.

Anders, als es der Name vermuten lässt, hat Amphiphilie nichts damit zu tun, sich zu Fröschen hingezogen zu fühlen. Das Wort beschreibt Substanzen, die stark mit Wasser wechselwirken, aber auch einen fettlöslichen Teil besitzen. Dazu zählen zum Beispiel die Phospholipide, aus denen die Membran Ihrer Körperzellen besteht. Auch aus dem Murchison-Meteorit wurden amphiphile Moleküle isoliert, von denen man zeigen konnte, dass sie bei Wasserkontakt spontan membranartige Strukturen formen.

Es waren also alle Zutaten für die Entstehung des Lebens vorhanden. Ist das Rätsel um unsere Herkunft damit gelöst? In Ihrer Küche sind vermutlich alle Zutaten für einen leckeren Marmorkuchen vorhanden, aber beobachten Sie einmal, ob sich daraus spontan ein Meisterwerk der Backkunst bildet. Sie werden enttäuscht sein, denn der Marmorkuchen ist ein elegantes Endprodukt. Aber vielleicht kippt irgendwann einmal eine Milchpackung in die Mehl-dose und formt etwas, das als primitiver Kuchen-Vorgänger durchgehen könnte. Die Lebewesen, die Sie heute kennen, sind das Produkt einer Jahrmilliarden andauernden Entwicklung. Zufällige genetische Mutationen, gepaart mit dem gnadenlosen Überlebenskampf, der nur den besten Varianten die Paarung erlaubt, sind ein unaufhaltsamer Optimierungsprozess. Dadurch kann aus einer primitiven Molekülansammlung nach langer Zeit etwas so

Kompliziertes entstehen wie der blutrünstige Hund meiner Tanten.

Damit Evolution überhaupt stattfinden kann, muss die erste Lebensform eine entscheidende Fähigkeit besitzen haben: Sie konnte sich vermehren. Bei modernen Zellen ist das ein aufwendiger Prozess. Die Erbinformation moderner Zellen besteht aus nur vier Buchstaben: A, T, G, C. Kein berauschender Wortschatz, daneben ist Hodor aus Game of Thrones ein wahrer Poet. Erstaunlich, dass vier Buchstaben ausreichen, um einen ganzen Menschen zu codieren. Auf der anderen Seite reichen einem Computer zwei Symbole – 0 und 1 –, um Katzenvideos in Full HD abzuspielen. Eine menschliche Zelle besitzt rund drei Milliarden dieser Buchstaben. Damit die Erbinformation nicht funktionslos herumliegt, müssen Blaupausen von DNA-Abschnitten, den sogenannten Genen, angefertigt werden. Man nennt diese Blaupausen RNAs, sie werden später in Proteine umgeschrieben, die dann verschiedenste Aufgaben in der Zelle übernehmen. Das Standardschema ist also DNA (Erbinformation) – RNA (Blaupause) – Protein.

RNA – als Erstes da

Auf den ersten Blick scheint RNA lediglich die Rolle des Vermittlers einzunehmen. Wie ein Postbote transportiert sie Kopien einzelner Gene aus dem Zellkern heraus, damit aus ihnen Proteine entstehen können. Das klingt

ziemlich unspektakulär, aber wer sich gerne Liebesdramen ansieht, weiß, dass es Postboten oft faustdick hinter den Ohren haben. Auch RNA treibt mehr Schabernack, als man ihr anfangs zugetraut hat. Zum Beispiel kann sie selbst als Erbinformation dienen. Das wissen wir dank bestimmter Viren, die ihr Erbmaterial nicht in DNA, sondern in RNA niedergeschrieben haben. Dazu zählen unter anderem Rhinoviren, die regelmäßig nachfragen, wie es unseren Rotzdrüsen geht, indem sie uns einen kräftigen Schnupfen verpassen.

In menschlichen Zellen übernimmt RNA auch verschiedenste Funktionen. Sie übermittelt nicht nur die Information der Gene, sondern schreibt sie höchstpersönlich in Proteine um. Ribosomen, die Bestandteile der Zelle, die Proteine zusammenbasteln, bestehen nämlich selbst aus RNA. Ein wahrer Alleskönner eben, der MacGyver der Makromoleküle. Man geht davon aus, dass die erste Lebensform aus nicht viel mehr bestanden hat als aus einer Membran, in der eine Sequenz aus RNA eingeschlossen wurde. Diese RNA war in der Lage, sich selbst zu kopieren. Ein ursprüngliches Verhalten, auf das man bis heute stößt, wenn sich betrunkene Wissenschaftler auf der Weihnachtsfeier mit blankem Hintern auf den Kopierer setzen. Aber kann eine RNA so etwas tatsächlich im Alleingang schaffen?

Dem amerikanischen Biochemiker Gerald Francis Joyce ist es 2009 gelungen, zwei RNA-Stränge herzustellen, die sich gegenseitig vervielfältigten (Lincoln, 2009). Dazu brauchten sie weder Proteine noch andere Be-