

WALTER
ISAACSON



DER
CODE
BREAKER

Wie die Erfindung
der Genscience
die Zukunft der Menschheit
für immer verändert

ecowin



Autor der
Bestseller-Biografie
von Steve Jobs

WALTER
ISAACSON

DER
CODE
BREAKER

Wie die Erfindung
der Genschere
die Zukunft der Menschheit
für immer verändert

ecowin

Sämtliche Angaben in diesem Werk erfolgen trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr. Eine Haftung der Autoren bzw. Herausgeber und des Verlages ist ausgeschlossen.

1. Auflage

© 2022 Ecowin Verlag bei Benevento Publishing Salzburg – München, eine Marke der Red Bull Media House GmbH, Wals bei Salzburg

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das des öffentlichen Vortrags, der Übertragung durch Rundfunk und Fernsehen sowie der Übersetzung, auch einzelner Teile. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Gesetzt aus der Mercury Text

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Red Bull Media House GmbH
Oberst-Lepperdinger-Straße 11-15
5071 Wals bei Salzburg, Österreich

The Code Breaker, Jennifer Doudna,
Gene Editing, and the Future of the Human Race
© 2021 by Walter Isaacson

Satz und Gestaltung: wir sind artisten
Umschlaggestaltung: Hauptmann & Kompanie, Zürich
Übersetzung: Dr. Michael Müller
Lektorat: Dr. Elisabeth Skardarasy

ISBN 978-3-7110-0306-5
eISBN 978-3-7110-5329-9

INHALT

Einleitung In die Bresche

Teil 1: Die Ursprünge des Lebens

- Kapitel 1** Hilo
- Kapitel 2** Das Gen
- Kapitel 3** DNA
- Kapitel 4** Die Ausbildung einer Biochemikerin
- Kapitel 5** Das menschliche Genom
- Kapitel 6** RNA
- Kapitel 7** Windungen und Faltungen
- Kapitel 8** Berkeley

Teil 2: CRISPR

- Kapitel 9** Gehäufte Wiederholungen
- Kapitel 10** Das Free Speech Movement Café
- Kapitel 11** Mitmischen
- Kapitel 12** Die Joghurt-Macher
- Kapitel 13** Genentech
- Kapitel 14** Das Labor
- Kapitel 15** Caribou
- Kapitel 16** Emmanuelle Charpentier
- Kapitel 17** CRISPR-Cas9
- Kapitel 18** Science, 2012
- Kapitel 19** Duell der Präsentationen

Teil 3: Geneditieren

- Kapitel 20** Ein menschliches Werkzeug
- Kapitel 21** Das Rennen
- Kapitel 22** Feng Zhang
- Kapitel 23** George Church
- Kapitel 24** Zhang nimmt CRISPR in Angriff
- Kapitel 25** Auch Doudna tritt zum Rennen an
- Kapitel 26** Fotofinish
- Kapitel 27** Doudnas Schlussspurt
- Kapitel 28** Die Gründung von Unternehmen
- Kapitel 29** Mon Amie
- Kapitel 30** Die Helden von CRISPR
- Kapitel 31** Patente

Teil 4: CRISPR in Action

- Kapitel 32** Therapien
- Kapitel 33** Biohacking
- Kapitel 34** DARPA und Anti-CRISPR

Teil 5: »Öffentlicher« Wissenschaftler

- Kapitel 35** Gesetze der Straße
- Kapitel 36** Doudna schreitet ein

Teil 6: CRISPR-Babys

- Kapitel 37** He Jiankui
- Kapitel 38** Das Gipfeltreffen von Hongkong
- Kapitel 39** Akzeptanz

Teil 7: Die moralischen Fragen

- Kapitel 40** Rote Linien
- Kapitel 41** Gedankenexperimente

Kapitel 42 Wer soll entscheiden?

Kapitel 43 Doudnas ethische Reise

Teil 8: Depeschen von der Front

Kapitel 44 Québec

Kapitel 45 Ich lerne zu editieren

Kapitel 46 Watson revisited

Kapitel 47 Doudna kommt zu Besuch

Teil 9: Coronavirus

Kapitel 48 Zeit zu Handeln

Kapitel 49 Tests

Kapitel 50 Das Labor von Berkeley

Kapitel 51 Mammoth und Sherlock

Kapitel 52 Coronavirus-Tests

Kapitel 53 Vakzine

Kapitel 54 CRISPR heilt

Kapitel 55 Cold Spring Harbour Virtual

Kapitel 56 Der Nobelpreis

Epilog

Literaturverzeichnis

Index

Bildnachweise





EINLEITUNG

IN DIE BRESCHE

Jennifer Doudna konnte nicht schlafen. Die Universität Berkeley, wo sie wegen ihrer Rolle bei der Erfindung von CRISPR – der so benannten Technologie des Geneditierens – ein Superstar war, hatte gerade wegen der rasch um sich greifenden Corona-Pandemie den Campus geschlossen. Wider besseres Wissen hatte sie ihren Sohn Andy, Schüler im letzten High-School-Jahr, zum Bahnhof gebracht, damit er zu einem Roboterkonstruktionswettbewerb in Fresno fahren konnte. Nun, um zwei Uhr nachts, weckte sie ihren Mann und bestand darauf, ihren Sohn zurückzuholen, noch bevor die Veranstaltung mit zwölfhundert Teilnehmern begann.

Sie zogen sich schnell an, stiegen ins Auto, fanden in aller Eile eine Tankstelle, die noch offen hatte, und traten die dreistündige Fahrt an. Als sie in Fresno ankamen, war Andy, ihr einziges Kind, alles andere als erfreut, sie zu sehen, doch sie überzeugten ihn davon, dass es besser war, wenn er seine Sachen packte und nach Hause zurückzukam. Als sie vom Parkplatz fuhren, erhielt Andy eine Textbotschaft von seinem Team: »Robotik-Match abgesagt! Alle Jugendlichen sollen sofort abreisen.«¹

Wie Doudna sich erinnert, war dies der Augenblick, in dem ihr klar wurde, dass ihre Welt und die Welt der Wissenschaft sich geändert hatten. Die Regierung tastete sich nur mühsam an eine angemessene Reaktion auf COVID

heran, daher war es für Professoren und Absolventen an der Zeit, zu den Reagenzgläsern zu greifen und die Pipetten zu schwingen, um in die Bresche zu springen. Am folgenden Tag – am Freitag, dem 13. März 2020 – leitete sie eine Versammlung ihrer Kollegen aus Berkeley und anderer Wissenschaftler aus der Bay Area, dem Gebiet um die Bucht von San Francisco, bei der man die Rollenverteilung in dieser Situation diskutieren wollte.

Ein Dutzend der Teilnehmer wanderte über den verlassenen daliegenden Campus von Berkeley zu dem eleganten Gebäude aus Stahl und Stein, in dem sich Doudnas Forschungslabor befand. Im Konferenzsaal im Erdgeschoss standen die Stühle dicht beisammen; das Erste, was die Wissenschaftler taten, war, sie auseinanderzurücken, sodass sie sich in einem Abstand von 1,80 Meter zueinander befanden. Per Zoom wurden weitere fünfzig Forscher von nahegelegenen Universitäten zugeschaltet. Als Doudna im Saal vor die Anwesenden trat, ging etwas Intensives von ihr aus, das sie gewöhnlich hinter einer Fassade der Gelassenheit verbarg. »Dies ist etwas, das Wissenschaftler normalerweise nicht tun«, sagte sie, »aber wir müssen uns ranhalten.«²

Es war passend, dass ein Team zur Virusbekämpfung von einer Pionierin der CRISPR-Methode angeführt wurde. Dieses Verfahren zur Geneditierung, das 2012 von Doudna und anderen entwickelt wurde, basiert auf einer Strategie zur Virusbekämpfung, die seit mehr als einer Milliarde Jahren von Bakterien verwendet wird. In ihrer DNA bilden sie gebündelte, sich wiederholende Sequenzen aus, die als »CRISPR« bekannt sind. Diese können sich an Viren, von denen sie angegriffen werden, erinnern und diese daraufhin zerstören. Es handelt sich mit anderen Worten um ein Immunsystem, das sich an jede neue Virus-Welle

anpassen und diese abwehren kann, und genau das brauchen wir Menschen in einer Zeit, in der wir – als wären wir noch im Mittelalter – immer wieder von Virusepidemien heimgesucht werden.

Wie immer vorbereitet und strukturiert, zeigte Doudna Slides, auf denen Möglichkeiten skizziert waren, wie man gegen das Coronavirus vorgehen könnte. Sie leitete die anderen an, indem sie ihnen zuhörte. Obwohl sie eine wissenschaftliche Berühmtheit war, fühlten ihre Kollegen sich unbefangen im Umgang mit ihr. Sie hatte die Kunst gemeistert, ein vollgepacktes Arbeitsprogramm zu absolvieren, aber dennoch die Zeit zu finden, sich emotional auf ihre Mitmenschen einzulassen.

Dem ersten von Doudna zusammengestellten Team wurde die Aufgabe übertragen, ein Testlabor für Coronaviren einzurichten. Eine der führenden Mitarbeiterinnen, die sie zu Rate zog, war eine Postdoktorandin namens Jennifer Hamilton, die ein paar Monate zuvor einen Tag damit verbracht hatte, mir die CRISPR-Methode zum Editieren menschlicher Gene beizubringen. Ich war erfreut darüber gewesen, wie einfach es gewesen war, andererseits bereitete mir genau dies ein gewisses Unbehagen: Sogar ich konnte das!

Ein weiteres Team wurde damit beauftragt, neue Arten von Corona-Tests zu entwickeln, die auf CRISPR basierten. Glücklicherweise konnte Doudna sich mit kommerziellen Unternehmungen aus. Drei Jahre zuvor hatte sie mit zwei ihrer Doktoranden ein Unternehmen gegründet, das CRISPR zum Aufspüren von Viruserkrankungen nutzte.

Indem sie den Startschuss zur Entwicklung neuer Tests zur Identifikation des Coronavirus gab, eröffnete Doudna eine neue Front in ihrem ebenso erbitterten wie fruchtbaren Wettstreit mit einem Konkurrenten von internationalem Rang: Feng Zhang, einem jungen,

charmanten, in China geborenen und in Iowa aufgewachsenen Forscher vom Broad Institute des MIT und der Universität Harvard. Er war schon 2012 - beim Wettlauf darum, CRISPR als Erster erfolgreich zum Geneditieren zu verwenden - ihr Rivale gewesen, und seitdem hatten die beiden sich in einem intensiven Wettstreit um wissenschaftliche Entdeckungen und die Gründung von das CRISPR-System nutzenden Unternehmen befunden. Nun, mit dem Ausbruch der Pandemie, würden sie wieder gegeneinander antreten, allerdings nicht im Ringen um Patente, sondern mit der Absicht, Gutes zu tun.

Doudna entschied sich für zehn Einzelprojekte. Sie nominierte die leitenden Wissenschaftler und forderte die anderen auf, einem dieser Teams beizutreten. Jeder von ihnen sollte sich überdies mit einer Person auf professioneller Augenhöhe austauschen, damit - wie auf dem Schlachtfeld - immer jemand da sein würde, der einspringen könnte, sollte er selbst außer Gefecht gesetzt werden. Es würde ihr letztes persönliches Zusammentreffen sein: Von jetzt an lief alles über Zoom und Slack.

»Ich möchte, dass jeder bald anfängt«, sagte sie. »Sehr bald.«

»Keine Sorge«, versicherte ihr einer der Anwesenden. »Keiner von uns hat irgendwelche Reisepläne.«

Was an jenem Tag nicht besprochen wurde, war die eventuelle Aussicht, CRISPR als Werkzeug für vererbbare Veränderungen am menschlichen Gen einzusetzen, die unsere Kinder und alle unsere weiteren Nachkommen weniger anfällig für Virusinfektionen machen würden. Diese Eingriffe in die Genetik könnten die Menschheit auf Dauer verändern.

»Das ist Science-Fiction«, sagte Doudna abweisend, als ich nach dem Treffen auf dieses Thema zu sprechen kam. Ja, stimmte ich zu, es hört sich ein bisschen nach *Brave New World* oder *Gattaca* an. Doch ist Etliches aus der Science-Fiction – wie es bei guten Werken des Genres immer der Fall ist – eingetreten. Im November 2018 verwendete ein junger Chinese, der einige der Konferenzen Doudnas zum Thema Geneditierung besucht hatte, die CRISPR-Methode an menschlichen Embryos. Er entfernte ein Gen, das auf das HI-Virus reagiert, welches bekanntlich AIDS verursacht. In der Folge kamen Zwillingsmädchen mit erhöhter Resistenz gegen AIDS zur Welt – die ersten Designerbabys.

Man war erstaunt ob dieser wissenschaftlichen Leistung und war voll des Lobs. Aber man war auch schockiert. Nach mehr als drei Milliarden Jahren des Lebens auf diesem Planeten hatte es eine Spezies – die unsere – zu so viel Talent und Kühnheit gebracht, um die genetische Zukunft in die eigene Hand zu nehmen. Man ahnte, dass wir die Schwelle zu einem ganz neuen Zeitalter, vielleicht zu einer »schönen neuen Welt«, überschritten hätten, ähnlich wie damals, als Adam und Eva in den Apfel der Erkenntnis gebissen hatten oder als Prometheus den Göttern das Feuer entrissen hatte.

Die neuentdeckte Fähigkeit, unsere Gene zu bearbeiten, wirft einige faszinierende Fragen auf: Sollen wir unsere Spezies so verändern, dass wir weniger anfällig für tödliche Viren werden? Das wäre ein Segen, oder? Sollten wir zum Geneditieren greifen, um gefürchtete Krankheiten auszumerzen? Um zum Beispiel Krankheiten wie Chorea Huntington, Sichelzellenanämie oder Mukoviszidose mittels genetischer Veränderung auszuschalten? Hört sich gut an. Doch was ist mit Taubheit und Blindheit? Oder Kleinwüchsigkeit? Oder der Veranlagung zu Depressionen?

Hmmm – was ist davon zu halten? Wenn es in ein paar Jahrzehnten möglich und ungefährlich sein wird, sollten wir es dann Eltern gestatten, den IQ oder die Bemuskelung ihrer Kinder zu verbessern? Sollten wir dann über ihre Augenfarbe entscheiden? Die Farbe ihrer Haut? Ihre Körpergröße?

Gemach, gemach! Wie könnten solche Eingriffe sich auf die Diversität unserer Gesellschaft auswirken? Wenn wir nicht mehr der natürlichen Auslese ausgeliefert sind, gibt es dann noch Mitgefühl mit jenen, die weniger gute Karten vom Schicksal bekommen haben? Wenn die Angebote im genetischen Supermarkt nicht gratis sind (und das werden sie nicht sein), wird dann unsere Ungleichheit größer, und wird sie vielleicht sogar an künftige Generationen weitervererbt? Sollten diese Entscheidungen angesichts solch schwerwiegender Fragen Einzelpersonen überlassen werden, oder sollten wir als Gesellschaft mitbestimmen können? Sollte es dafür nicht Regeln geben? Mit »*wir*« meine ich *wir*. Wir alle, einschließlich meiner Person und Ihrer.

Herauszufinden, *wann* und, wenn ja, *wie* man ein Genom editieren sollte, wird eine der großen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts sein. Die Antworten auf diese Fragen sind von noch nie dagewesener Dimension. Daher halte ich es für wesentlich, gründlich über diese Fragen und solche Entscheidungen nachzudenken. Außerdem ist es aufgrund wiederkehrender Wellen von Virusepidemien wichtig, sich intensiv mit den Life-Sciences zu befassen. Herauszufinden, wie etwas funktioniert, ist ohnehin spannend. Wenn wir selbst dieses »etwas« sind, umso mehr. Doudna hatte diese Freude schon, und jetzt sind wir dran. Genau darum geht es in diesem Buch.

Die Entdeckung von CRISPR und die Corona-Pandemie werden die dritte große Revolution der Moderne beschleunigen. Die Basis dafür wurde durch die Entdeckung dreier Grundelemente unserer Existenz geschaffen: dem Atom, dem Bit und dem Gen.

Albert Einsteins Schriften von 1905 zur Relativität und zur Quantentheorie läuteten die Revolution der Physik ein. In den fünfzig darauffolgenden Jahren brachten Einsteins Theorien die Atombombe, die Kernenergie, Transistoren und Raumschiffe, Laserstahlen und Radar hervor.

Die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts war die große Zeit der Informationstechnologie. Deren Grundlage bildete die Idee, dass alle Informationen in Binärziffern – als »Bits« bekannt – gefasst werden und alle logischen Verarbeitungsprozesse von Stromkreisen, die sich ein- und ausschalten lassen, durchgeführt werden können. In den 1950er-Jahren folgten der Mikrochip, der Computer und das Internet. Als diese drei schließlich kombiniert wurden, kam es zur digitalen Revolution.

Nun sind wir in die dritte Ära eingetreten, deren Folgen einen langen Nachhall haben werden. Es ist die Ära der Life-Sciences, der Biowissenschaften. Bis jetzt wollte man das digitale Codieren begreifen und anwenden. Nun kommt das Interesse am genetischen Code hinzu.

Als Doudna in den 1990er-Jahren gerade mit ihrem Aufbaustudium fertig war, überschlugen sich Biologen gerade im Entschlüsseln von DNA. Doudna interessierte sich mehr für die RNA, die weniger bekannte Verwandte der DNA. RNA ist das Molekül, das in der Zelle die eigentliche Arbeit tut, indem es einige der Anweisungen, die von der DNA kodiert werden, kopiert und damit Proteine aufbaut. Ihr Interesse an der RNA führte Doudna zur Frage aller Fragen – der nach dem Ursprung des Lebens. Sie untersuchte RNA-Moleküle, die sich selbst

replizieren können. Es lässt sich vermuten, dass es diese Eigenschaft schon vor vier Milliarden Jahren gab, also bevor DNA existierte.

Bei ihrer Forschungsarbeit in den Chemie-Laboren von Berkely konzentrierte sie sich vor allem auf die Strukturen dieser Moleküle. Diese Detektivarbeiten brachten aufschlussreiche Indizien ans Licht, etwa wie die Windungen und Knicke in einem Molekül dessen Interaktionen mit anderen Molekülen bestimmen. So auch in der Struktur der RNA. Dies reflektierte die Studien zur DNA, die Rosalind Franklin durchgeführt hatte und die James Watson und Francis Crick 1953 bei der Entdeckung der Doppelhelixstruktur der DNA herangezogen hatten. Watson, ein Mensch mit einer komplexen Persönlichkeit, hatte für Doudna immer wieder große Bedeutung.

Ihre Studienergebnisse über die RNA waren der Grund dafür, dass sich ein Biologe aus Berkeley, der sich mit dem CRISPR-System befasste, das Bakterien in ihrem Abwehrkampf gegen Viren entwickelt hatten, an sie wandte. Wie viele grundlegende wissenschaftliche Entdeckungen sollten auch diese sich als praktikabel erweisen. Einige dieser Anwendungsmöglichkeiten waren recht unspektakulär - wie zum Beispiel der Schutz von Bakterien in Joghurtkulturen. Doch 2012 entdeckten Doudna und andere Wissenschaftler, dass man CRISPR zu einem viel größeren Zweck von weltbewegender Dimension verwenden konnte: um Gene zu editieren.

CRISPR wird heute gegen Sichelzellenanämie, verschiedene Arten von Krebs und gegen Blindheit eingesetzt. Und 2020 begannen Doudna und ihr Team, zu erforschen, wie man mit CRISPR das Coronavirus entdecken und vernichten kann. »CRISPR entwickelt sich in Bakterien, während sie gegen Viren kämpfen«, sagt Doudna. »Wir Menschen können nicht warten, bis unsere

eigenen Zellen eine natürliche Resistenz gegen diese Viren ausbilden, wir müssen uns daher etwas einfallen lassen, damit dies geschieht. Fügt es sich nicht wunderbar, dass eines der verfügbaren Werkzeuge dieses uralte bakterielle Immunsystems namens CRISPR ist? Die Natur ist etwas Wunderbares.« Ja! Nicht vergessen: Die Natur ist etwas Wunderbares. Auch das ist ein Thema dieses Buchs.

Es gibt noch andere Protagonisten auf dem Gebiet des Geneditierens. Die meisten von ihnen hätten es verdient, dass man ihnen eine eigene Biografie widmet oder sogar einen Film über sie dreht (etwa eine Mischung aus *A Beautiful Mind* und *Jurassic Park*). Sie spielen wichtige Rollen in diesem Buch, weil ich zeigen will, dass wissenschaftliche Forschung ein Mannschaftssport ist. Ich will aber auch die Wirkungsmacht verdeutlichen, die von einem ausdauernden, wissbegierigen, hartnäckigen, ruhelosen und ehrgeizigen kompetitiven Akteur ausgehen kann. Jennifer Doudna, deren Lächeln manchmal (jedoch nicht immer) die Skepsis in ihren Augen übertüncht, wurde zu einer der Hauptakteurinnen auf dem Gebiet der Gentechnik. Sie hat den Instinkt zur Kooperation, den jeder Wissenschaftler unbedingt braucht. Aber sie ist auch eine Kämpfernatur wie die meisten großen Innovatoren. Sie hat ihre Emotionen gut im Griff und macht kein großes Tamtam um ihren Starstatus.

Die Geschichte ihres Lebens - als Forscherin, Nobelpreisträgerin und Vertreterin des Themas in der Öffentlichkeit - verbindet die Geschichte von CRISPR mit weiteren relevanten Aspekten wie etwa der immer bedeutenderen Rolle von Frauen in der Wissenschaft. Ihre Arbeit - wie auch schon die Leonardo da Vincis - beleuchtet weiters die Tatsache, dass der Schlüssel zur Innovation in der Verknüpfung von wissenschaftlicher

Neugier mit der Entwicklung zweckdienlicher Werkzeuge liegt - auch um die Entdeckungen aus dem Labor herauszuholen und sie dort einzusetzen, wo sie gebraucht werden, etwa am Krankenbett.

Indem ich ihre Geschichte erzähle, möchte ich sichtbar machen, wie wissenschaftliche Forschung abläuft. Was genau geschieht in einem Labor? Inwieweit hängen Entdeckungen von individuellem Genie ab, und wie groß ist der Anteil von Teamwork? Behindert der Wettstreit um Preise und Patente die Zusammenarbeit?

Vor allem aber will ich zeigen, wie wichtig die Grundlagenforschung ist, deren einzige Triebkraft die Wissbegierde und nicht ihr eventueller Nutzen ist. Die Suche nach Erkenntnis birgt häufig die Samen, aus denen später - oft unerwartet - Innovationen entstehen. Forschungen zu Oberflächenzuständen führten nach einiger Zeit zur Entwicklung des Transistors und des Mikrochips. Und ganz ähnlich ermöglichte die Untersuchung der verblüffenden Methode von Bakterien zur Viren-Abwehr die Entwicklung eines Instrumentariums, das Menschen im Kampf gegen Viren einsetzen können - der Genschere.

Aber es geht auch um die Frage aller Fragen: der nach dem Ursprung des Lebens und der Zukunft der Menschheit. In unserem Fall beginnt sie mit einem Schulmädchen, das gerne zwischen den Lavabrocken auf Hawaii nach *Sleeping grass* und anderen faszinierenden Naturalien suchte. Als sie eines Tages von der Schule nach Hause kam, lag auf ihrem Bett ein Buch, eine Detektivgeschichte, deren Hauptpersonen behaupteten, das »Geheimnis des Lebens« zu kennen.

TEIL EINS

DIE URSPRÜNGE DES LEBENS

»Dann legte Gott der Herr im Osten, in Eden, einen Garten an und setzte dorthin den Menschen, den er geformt hatte. Gott der Herr ließ aus dem Ackerboden allerlei Bäume wachsen, verlockend anzusehen und mit köstlichen Früchten, in der Mitte des Gartens aber den Baum des Lebens und den Baum der Erkenntnis von Gut und Böse.«

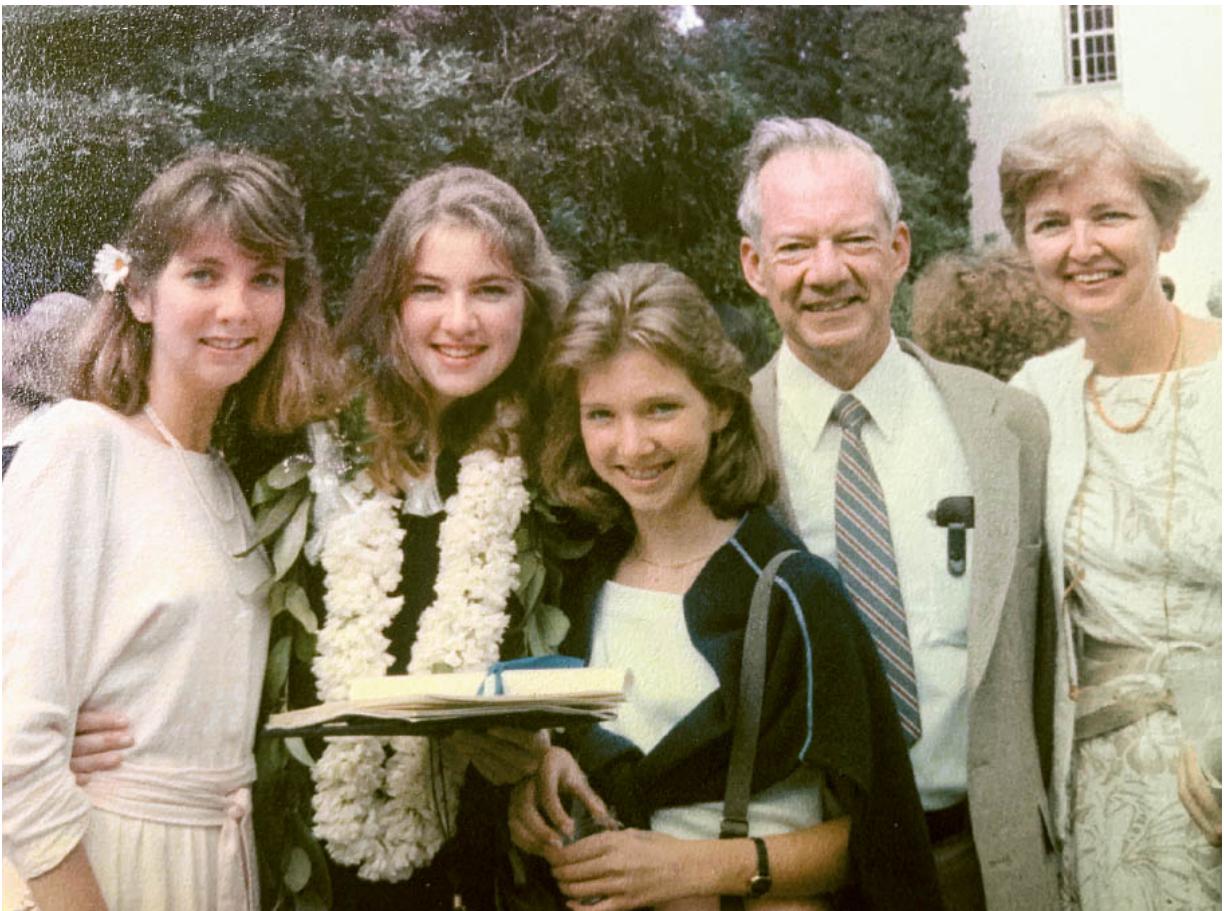
Genesis 2,8-9



JENNIFER IN HILO



DON HEMMES



ELLEN, JENNIFER, SARAH, MARTIN UND DOROTHY DOUDNA

KAPITEL 1

HILO

Haole

Wäre sie anderswo in Amerika aufgewachsen, wäre Jennifer Doudna sich vielleicht wie ein ganz normales Kind vorgekommen. Doch in Hilo, einer alten Stadt auf der vulkangeprägten hawaiianischen Hauptinsel Big Island, fühlte sie sich - blond, blauäugig, groß, schlank - als »totaler Sonderling«. Sie wurde von den anderen Kindern gehänselt, besonders von den Jungs, da sie im Gegensatz zu ihnen Haare auf den Armen hatte. Sie nannten sie eine *haole*, ein Ausdruck, der obwohl nicht ganz so schlimm, wie er klingt, zur abwertenden Bezeichnung für Nicht-Eingeborene verwendet wird. Das hatte zur Folge, dass sich später unter dem für sie typischen freundlichen und charmanten Verhalten ein leiser Hauch von Misstrauen verbergen sollte.¹

Eine Geschichte, die fester Bestandteil der Familiensaga geworden ist, berichtet von einer von Jennifers Urgroßmüttern. Sie hatte drei Brüder und zwei Schwestern. Ihre Eltern konnten es sich nicht leisten, alle sechs Kinder in die Schule zu schicken. Man beschloss, nur die drei Mädchen zur Schule gehen zu lassen. Eine wurde Lehrerin in Montana und führte ein Tagebuch, das von einer Generation zur nächsten weitergegeben wurde und in dem von zähem Durchhalten die Rede ist, von gebrochenen

Knochen, der Arbeit im elterlichen Laden und anderen Erfahrungen an der *frontier*, dem Grenzland. »Sie war störrisch und besaß Pioniergeist«, sagt Jennifers Schwester Sarah, die Hüterin des Tagebuchs in der gegenwärtigen Generation.

Genau wie diese Vorfahrin war auch Jennifer eine von drei Schwestern. Ihr Vater war in sie als Älteste ganz vernarrt. Wenn Martin Doudna von seinen Töchtern sprach, hieß es: »Jennifer und die Mädchen«. Sie wurde am 19. Februar 1964 in Washington, DC, geboren, wo ihr Vater Redenschreiber beim Verteidigungsministerium war. Er wollte unbedingt Dozent für amerikanische Literatur werden und zog daher mit seiner Frau Dorothy, die an einem Community College unterrichtete, nach Ann Arbor und schrieb sich an der Universität Michigan ein.

Nach seiner Promotion schickte er 50 Bewerbungen ab, erhielt aber nur ein einziges Angebot, und zwar von der Universität von Hawaii in Hilo. Er lieh sich 900 Dollar aus dem Rentenfond seiner Frau und zog 1971, als Jennifer sieben war, dorthin.

Viele kreative Menschen – einschließlich der meisten, denen ich Biografien gewidmet habe, wie Leonardo da Vinci, Albert Einstein, Henry Kissinger und Steve Jobs – wuchsen mit einem Gefühl der Entfremdung von ihrer Umwelt auf. So ging es auch Jennifer Doudna als blondem jungen Mädchen inmitten der polynesischen Einwohner von Hilo. »Ich war in der Schule wirklich ganz allein und isoliert«, erinnert sie sich. In der dritten Klasse fühlte sie sich derart als Außenseiterin, dass sie Essprobleme entwickelte. »Ich hatte alle möglichen Verdauungsstörungen, die, wie ich später erkannte, mit Stress zusammenhingen. Die anderen Kinder hänselten mich täglich.« Sie zog sich in ihre Bücher zurück und legte

sich eine dicke Haut zu. »Ich habe einen inneren Kern, dem sie nichts anhaben können«, sagte sie zu sich selbst.

Wie viele andere, die sich als Außenseiter fühlten, entwickelte sie eine umfassende Neugier auf das Verhältnis von Mensch und Schöpfung. »Ich wollte wissen, wer ich in der Welt war und wie ich mich auf irgendeine Weise integrieren konnte, und das hat mich geprägt«, erklärt sie später.²

Zum Glück schlug das Gefühl der Entfremdung nicht allzu tiefe Wurzeln. Die Schule wurde erträglicher, sie wurde offener und freundlicher, das Narbengewebe der frühen Kindheit begann sich zurückzubilden. Es begann nur wieder zu schmerzen, wenn irgendetwas wirklich nervte, wie etwa der Versuch eines Konkurrenten, die Regeln zum Erteilen eines Patents zu umgehen, beim Auslaufen einer Antragsfrist auf Erteilung eines Patents oder wenn ein männlicher Arbeitskollege ihr etwas vorenthielt oder sie täuschte.

Es wurde besser, als sie das dritte Schuljahr zur Hälfte hinter sich hatte. Die Familie übersiedelte aus dem Herzen Hilos in ein Haus auf einem bewaldeten Hang weiter oben an einer Flanke des Mauna-Loa-Vulkans, die aus dem Felsen herausgehauen worden zu sein schien. Sie wechselte von einer großen Schule mit 60 Kindern pro Klasse in eine kleinere mit 20 Schülern pro Klasse. Dort beschäftigten sie sich mit amerikanischer Geschichte, einem Fach, das ihr ein stärkeres Zugehörigkeitsgefühl vermittelte. »Das war ein Wendepunkt«, erinnert sie sich. Sie war so gut, dass ihr Mathe- und Biologielehrer ihre Eltern drängte, sie die fünfte Klasse überspringen zu lassen. Also wurde sie sofort in die sechste versetzt.

In jenem Jahr schloss sie endlich mit einem anderen Mädchen eine enge Freundschaft, die ihr Leben lang Bestand haben sollte. Lisa Hinkley (inzwischen Lisa Twigg-

Smith) entstammte einer klassischen hawaiianischen Familie mit gemischem Hintergrund: Sie hatte schottische, dänische, chinesische und polynesische Vorfahren. Lisa wusste, wie man mit Rüpeln umging. »Wenn jemand mich eine beschissene Haole nannte, dann duckte ich mich«, erinnert Doudna sich. »Aber wenn irgendein Rabauke Lisa beschimpfte, dann drehte sie sich zu ihm, guckte ihm in die Augen und vergalt es ihm auf die gleiche Weise. Gleiches mit Gleichen. Ich nahm mir vor, auch so zu sein.« Eines Tages wurden die Schüler ihrer Klasse gefragt, was sie als Erwachsene einmal werden wollten. Lisa verkündete, Fallschirmspringerin werden zu wollen. »Ich dachte: Mann, ist das cool. Ich konnte mir nicht vorstellen, auch so eine Antwort zu geben. Sie war sehr beherzt, auf eine Art, in der ich es nicht war, und ich nahm mir fest vor, auch so forsch zu werden.«

Doudna und Hinkley verbrachten die Nachmittage mit Fahrradfahren und Streifzügen durch die Zuckerrohrplantagen. Die Vegetation war üppig und vielfältig: Moose und Pilze, Pfirsichbäume und Arrengapalmen. Sie entdeckten Wiesen, die mit von Farnen überwucherten Lavabrocken übersät waren. In den Höhlen im Lavagestein lebte eine augenlose Spinnenart. Doudna fragte sich, warum sie keine Augen hatte. Ebenso faszinierend fand sie eine borstige Ranken bildende Pflanze, die man *Hilahila* oder *Sleeping grass* nannte, weil ihre farnähnlichen doppeltgefiederten Blätter bei Berührung zusammenklappen. »Ich fragte mich«, erzählt Doudna, »was ist der Auslöser, dass die Blätter sich zusammenfalten, wenn man sie anfasst?«³

Wir alle sehen jeden Tag solche Wunder der Natur, ob es sich um eine Pflanze handelt, die sich bewegt, oder um einen Sonnenuntergang, der seine rosa Finger in einen tiefblauen Himmel streckt. Wahre Wissbegierde äußert sich

darin, dass man innehält und über die Ursachen nachdenkt. Was macht einen Himmel blau oder einen Sonnenuntergang rosa? Was ist die Ursache dafür, dass die Blätter von *Sleeping grass* sich schließen?

Doudna fand bald jemanden, der ihr Antworten auf solche Fragen geben konnte. Ihre Eltern waren mit einem Biologieprofessor namens Don Hemmes befreundet. Man unternahm gemeinsame Streifzüge durch die Natur. »Wir machten Ausflüge nach Waipio Valley und an andere Orte auf Big Island, um Pilze zu suchen, denen mein wissenschaftliches Interesse galt«, erinnert Hemmes sich. Nachdem er die Pilze fotografiert hatte, holte er immer seine Bestimmungsbücher hervor, um Doudna zu zeigen, worum es sich handelte. Er sammelte auch winzig kleine Muscheln am Strand und machte sich dann zusammen mit ihr daran, diese zu kategorisieren und letztlich daraufzukommen, wie sie sich entwickelt hatten.

Ihr Vater kaufte ihr ein Pferd, einen Fuchswallach, der nach dem auf Hawaii wachsenden Baum mit duftenden Früchten *Mokihana* benannt war. Sie war im Fußballverein und spielte im Mittelfeld; diese Position war schwer zu besetzen, weil man dafür jemanden mit langen Beinen brauchte, der schnell laufen konnte und Durchhaltevermögen besaß. »Das ist eine gute Analogie für die Art und Weise, wie ich bei meiner Arbeit vorgegangen bin«, sagt sie. »Ich habe immer nach Gelegenheiten gesucht, eine Nische zu füllen, mich dort zu etablieren, wo es nicht zu viele Leute gibt, die die gleichen Fähigkeiten haben wie ich.«

Mathematik war ihr Lieblingsfach. Beweise zu erbringen, erinnerte sie an Detektivarbeit. Sie hatte auch eine fröhliche und passionierte Biologielehrerin, Marlene Hapai, die auf großartige Weise zu vermitteln verstand, was für eine Freude es bereitet, etwas zu entdecken. »Sie

brachte uns bei, dass wissenschaftliche Arbeit in dem Prozess bestand, etwas herauszufinden.«

Obwohl sie gut in der Schule war, hatte sie nicht das Gefühl, dass man an ihrer kleinen Schule große Hoffnungen in sie setzte. »Die Lehrer vermittelten mir nicht den Eindruck, viel von mir zu erwarten.« Das löste eine interessante Immunantwort in ihr aus: Der Mangel an Herausforderungen bewirkte, dass sie sich freier fühlte, um mehr zu riskieren. »Ich kam zu dem Schluss, dass man es nur versuchen muss«, sagt sie, »denn was zum Teufel macht es schon, wenn man scheitert. Ich wurde risikofreudiger in meiner Projektauswahl als Wissenschaftlerin.«

Ihr Vater war derjenige, der sie anspornte. Er empfand seine älteste Tochter als Geistesverwandte innerhalb der Familie, als Intellektuelle, die dazu bestimmt war, an die Uni zu gehen und eine akademische Karriere einzuschlagen. »Ich hatte immer das Gefühl, der Sohn zu sein, den er sich gewünscht hatte«, sagt sie. »Ich wurde ein wenig anders behandelt als meine Schwestern.«

James Watsons Die Doppelhelix

Doudnas Vater war ein begieriger Leser, der jeden Samstag einen Stapel Bücher aus der örtlichen Buchhandlung holte und sie bis zum darauffolgenden Wochenende las. Seine Lieblingsautoren waren Ralph Waldo Emerson und Henry David Thoreau, doch als Jennifer größer wurde, fiel ihm immer mehr auf, dass die Bücher, die er seinen Schülern zu lesen gab, größtenteils von Männern verfasst worden waren. Also ergänzte er die Leseliste um Doris Lessing, Anne Tyler und Joan Didion.

Oft brachte er für sie ein Buch nach Hause, entweder aus der Bücherei oder aus dem örtlichen Antiquariat. Und

so landete eines Tages, als sie in der sechsten Klasse war, eine gebrauchte Taschenbuchausgabe von James Watsons *Die Doppelhelix* auf ihrem Bett.

Sie legte das Buch vorerst zur Seite, weil sie es für einen Krimi hielt. Als sie sich schließlich an einem verregneten Sonntagnachmittag ans Lesen machte, stellte sie fest, dass sie in gewisser Weise mit ihrer Vermutung richtig gelegen hatte. Sie sog das Buch in sich auf und ließ sich von der dramatischen Schilderung fesseln. Die spannende Geschichte, persönlich erzählt, voller lebendig gezeichneter Figuren, denen es darum ging, mit Ehrgeiz und auch Rivalität nach den inneren Wahrheiten der Natur zu fahnden. »Als ich mit dem Buch fertig war, diskutierte mein Vater mit mir darüber«, erinnert sie sich. »Er mochte die Geschichte und vor allem das ganz Persönliche daran – das Menschliche in Verbindung mit der Forschung.«

In seinem Buch stellte Watson in (manchmal auch übertrieben) dramatischer Weise dar, wie es dazu gekommen war, dass ein vierundzwanzigjähriger aufgeblasener Biologiestudent aus dem Mittleren Westen der USA an der Universität im englischen Cambridge landete, sich mit dem Biochemiker Francis Crick zusammentat und gemeinsam mit ihm 1953 das Rennen um die Aufdeckung der Struktur der DNA gewann. Im lebhaften Erzählstil eines Amerikaners verfasst, der die typisch englische Kunst gemeistert hatte, in zwanglosen Plaudereien nach dem Essen gleichzeitig selbstironisch und angeberisch zu sein, schmuggelte dieses Buch eine gehörige Portion wissenschaftlicher Informationen in eine geschwätzige Erzählung über die Marotten berühmter Professoren. Zudem werden Vergnügungen wie Flirten, Tennisspielen, Experimentieren im Labor und der gemeinsame *afternoon tea* geschildert.

Die interessanteste Figur des Buchs - neben der des glücklichen Naiven, in die Watson sich selbst kleidete - war die von Rosalind Franklin, einer Strukturbiologin und Kristallografin. Watson verwendete die betreffenden Angaben ohne ihre Einwilligung. Indem er den sorglosen, unbekümmerten Sexismus der 1950er-Jahre zu erkennen gab, bezog sich Watson auf sie immer herablassend auf »Rosy« - ein Name, den sie selbst nie benutzte - und machte sich lustig über ihr gestranges Auftreten und ihr kühles Naturell. Er zollte ihr aber auch großzügig Respekt für die meisterliche Art, in der sie die komplexe wissenschaftliche Methode der Röntgenstrahlbeugung einzusetzen wusste, um die Struktur von Molekülen aufzudecken.

»Ich glaube, ich merkte, dass sie ein bisschen herablassend dargestellt wurde, doch was den größten Eindruck bei mir hinterließ, war die Tatsache, dass eine Frau eine große Wissenschaftlerin sein konnte«, meint Doudna. »Das mag ein bisschen seltsam klingen. Ich nehme an, dass ich schon von Marie Curie gehört hatte. Doch bei der Lektüre dieses Buchs dachte ich zum ersten Mal darüber nach, und es öffnete mir die Augen: Frauen konnten Wissenschaftlerinnen sein.⁴

Watsons Buch verhalf Doudna auch zu einer Erkenntnis über die Natur, die gleichzeitig logisch und Ehrfurcht gebietend war: Es gab biologische Mechanismen, die alles Leben regierten, auch jene wundersamen Phänomene, die auf ihren Streifzügen durch den Regenwald ihre Aufmerksamkeit erregt hatten. »Auf Hawaii ging ich immer gerne mit meinem Dad auf die Jagd nach interessanten Dingen in der Natur wie dem *Sleeping grass*, das sich zusammenfaltet, wenn man es berührt«, entsinnt sie sich. »Das Buch machte mir klar, dass man auch nach Gründen