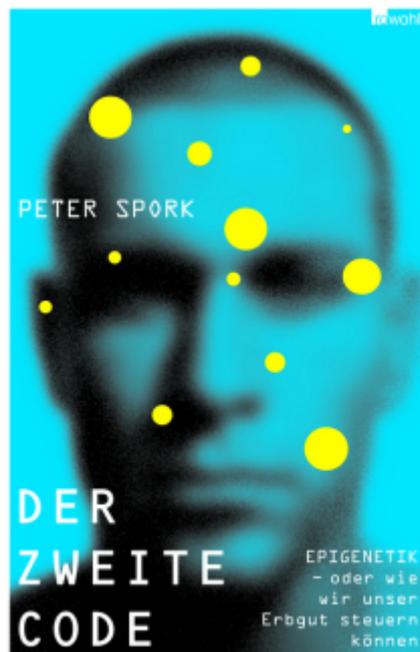


Leseprobe aus:

Peter Spork

Der zweite Code



Mehr Informationen zum Buch finden Sie auf rowohlt.de.



INHALT

Vorwort

Revolution! 11

Einleitung – Das Gedächtnis der Zellen

Ungeahnte Macht 13

Der zweite Code 18

Kapitel 1

Von der Genetik zur Epigenetik: Warum Gene Schalter brauchen

Das Buch des Lebens 25

Wie die Molekularbiologie auf dem Mond landete 28

Ernüchterung und neuer Aufbruch 34

Wie viele Gene hat der Mensch? 37

Warum Mensch und Schimpanse so verschieden sind 40

Die neue Freiheit 44

Methylgruppen: Riegel in der DNA 48

Der Histon-Code: Verpackungskunst mit Schwänzen 52

Die RNA-Welt 57

Kapitel 2

Der Einfluss der Umwelt: Warum wir Macht über unser Erbgut haben

Metamorphose 65

Gelée Royale und seine Wirkung 68

Täler in der Lebenslandschaft 70

Jede Zelle weiß, woher sie kommt 76

Die Epigenom-Manipulatoren 79

Biologie des Schicksals 86
Warum Zwillinge sich auseinanderleben 91

Kapitel 3

Die Entstehung der Persönlichkeit:

Was den Charakter stark macht

Wenn Ratten ihre Kinder nicht lecken 97
Stresskrankheiten und warum nicht jeder sie bekommt 104
Warum die Liebe zählt 109
Selbstmord als Programm? 112
Traumata und ihre Folgen 116
Warum Psychotherapie wirkt 120
Wie das Epigenom beim Lernen hilft 124
Hunger und Sucht 129
Autismus, FAS, Schizophrenie: Fehler im zweiten Code? 132

Kapitel 4

Epigenetik der Gesundheit: Vorsorge

beginnt im Mutterleib

Eine Scheidung verkürzt das Leben 139
Wir sind, was unsere Mutter gegessen hat 142
Das tödliche Quartett 147
Warum die einen krank macht, was andere gesund hält 150
Warum wir immer dicker werden 155
Welches Essen gesund ist 160
Soja, Kurkuma, Grüner Tee: Die epigenetische Diät 163
Hände weg von Plastikflaschen 167

Kapitel 5

Langlebigkeit als biologisches Programm:

Rezepte für ein hohes Alter

Das Geheimnis der Superalten 173
Die Inseln der Hundertjährigen 176
Altern als chronische Entzündung 179
Von Telomeren und Telomerase 182

Dauerstress macht alt 186
Lebensverlängernder Rotwein und die Sirtuine 190
Magerkost und Sport halten jung 195

Kapitel 6

Die besondere Verantwortung: Wir vererben nicht nur unsere Gene

Ein Dogma wankt 203
Pflanzen: Die Meister der Epigenetik 205
Unfruchtbare Mäuse und Fruchtfliegen mit roten Augen 209
Die Gesundheit der Enkel liegt auch in Opas Hand 215
Rauchen schadet Ihrem ungezeugten Kind! 218
Darwins Irrtum – Lamarcks Comeback? 220
Imprinting: Kampf der Geschlechter 224
Sind künstliche Befruchtungen ein Risiko? 230

Kapitel 7

Das Epigenomprojekt: Biomedizin auf dem Weg ins 21. Jahrhundert

Von Berlin ins Zentrum einer Revolution 235
190 Millionen Dollar für eine Riesenaufgabe 238
Die Epigenetik verändert die Krebsforschung 241
Früherkennung und individualisierte Therapie 246
Die neuen Hoffnungsträger 250
Den zweiten Code verändern: Die Medizin der Zukunft? 257

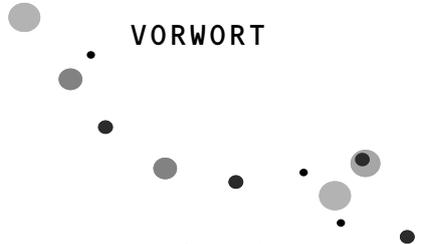
Schlusswort

Wie wir unser Erbgut steuern können 261

Anhang

Literatur 265
Bildnachweis 277
Dank 279
Personenregister 281
Sachregister 285

*Für meine Eltern und Großeltern,
die mir weitaus mehr mitgaben als das Genom
und seine Schalter.*



VORWORT

Revolution!

Wenn wir Menschen Computer wären, dann bildeten unsere Gene die Hardware. Aber natürlich müsste es auch eine Software geben – und die entschlüsseln seit ein paar Jahren die Epigenetiker. Sie erforschen Elemente an unserem Erbgut, die es programmieren, die ihm sagen, welches Gen benutzt werden soll und welches nicht.

So wie die Software entscheidet, ob wir einen Computer für Text- oder Graphikverarbeitung, Tabellenkalkulation oder zum Spielen benutzen können, so verdanken es unsere Zellen ihrer epigenetischen Programmierung, ob sie beispielsweise zum Denken, Verdauen, zur Hormonproduktion oder Bekämpfung von Krankheiten dienen. Und wer in der Lage ist, diese Software gezielt umzuprogrammieren, der kann das unerhörte Potenzial, das in den Genen steckt, besonders gut ausschöpfen.

Die Worte «Revolution» oder «revolutionär» werden an vielen Stellen dieses Buches auftauchen. Viel zu oft, werden manche kritisieren. Immer noch zu selten, werden andere erwidern. Als Wissenschaftsautor und Biologe kann ich nur versichern, dass ich diese Begriffe sonst eher sparsam einsetze. Im Zusammenhang mit der Epigenetik drängen sie sich allerdings ständig auf. Denn der neue Forschungszweig verspricht unser aller Leben und das unserer Kinder und Kindeskinde umzukrempeln.

Die Epigenetik hilft den Forschern dabei, völlig neue Wirkstoffe und Therapien zu entwickeln. Sie lehrt uns, wie wir unsere Gene

mit Hilfe des Lebensstils ein Stück weit selber steuern können. Sie erklärt uns, wie sich Teile unseres Charakters gebildet haben und wie wir mit unseren Gewohnheiten die Persönlichkeit unserer Kinder beeinflussen. Sie zeigt, wieso eine gesunde Lebensweise unser Leben verlängert – und das unserer Nachfahren obendrein. Und sie verändert ein paar grundlegende Auffassungen der Vererbungslehre.

Krankheitsvorsorge, Krebsforschung, Pädagogik, Psychologie, Psychiatrie, Altersforschung, Evolutionsbiologie: All diese Felder profitieren vom neuen Teilgebiet der Genetik, erhalten kräftige Impulse. Das wird man doch schon mal eine Revolution nennen dürfen. (Internetseite zum Buch: www.der-zweite-code.de)



EINLEITUNG

Das Gedächtnis der Zellen

Ungeahnte Macht

Was haben Sie heute gefrühstückt? Fahren Sie regelmäßig mit dem Fahrrad zur Arbeit? Haben Sie sich in den letzten Tagen mal so richtig Zeit für sich selbst genommen und Stress abgebaut? Wann haben Sie Ihrem Kind zuletzt über den Kopf gestreichelt und es aufgemuntert?

Warum ich solche Fragen stelle? Sie berühren Themen, um die es in diesem Buch gehen wird. Denn fast alles, was wir Menschen tun und was andere mit uns tun, wirkt sich auf unsere Zellen aus. Es hinterlässt Spuren im molekularbiologischen Fundament unseres Körpers. Eine neue Wissenschaft kann jetzt sogar zeigen, dass solche Spuren, wenn sie nur nachhaltig und stark genug sind, das innerste Wesen unserer Zellen beeinflussen: das Erbgut.

«Wir haben eine ungeahnte Macht über unsere Gene und die unserer Kinder», sagt Randy Jirtle, Biologe an der Duke University in Durham, USA. In bemerkenswerten Experimenten bestimmt er Gesundheit und Aussehen genetisch gleicher Mäuse allein dadurch, was er ihren Müttern während der Schwangerschaft zu fressen gibt: Enthält die Nahrung spezielle Vitamine und Nahrungsergänzungsmittel, werden die Jungen schlank, gesund und braun. Fehlen diese Zusätze werden sie fett, krankheitsanfällig und gelb.

Ihre Gene bleiben von diesen Einflüssen unberührt. Irgendetwas anderes als der bloße Text des Erbguts muss sich bei den Mäusen wandeln, während sie noch im Mutterleib sind. Irgend-

etwas, das sie für den Rest ihres Lebens prägt, das beispielsweise darüber entscheidet, ob sie im Alter verkalkte Herzkranzgefäße bekommen oder nicht.

Forscher aus aller Welt haben die rätselhaften Ursachen des Phänomens inzwischen gefunden. Mit ihnen beschäftigt sich die neue Wissenschaft, von der dieses Buch handeln soll: die Epigenetik. Neun von zehn Menschen, die man auf der Straße anspricht, haben davon noch nie etwas gehört. Epigenetik heißt so viel wie «Über-» oder «Nebengenetik». Sie beschäftigt sich mit den Epigenomen, die sich über – manche sagen auch nach, neben oder auf – den Genomen unserer Zellen befinden.

Das Genom ist die Gesamtheit aller Gene, die im Erbgut versteckt sind. Das wiederum besteht aus einer schier endlos erscheinenden Abfolge von nur vier verschiedenen chemischen Bestandteilen. Sie sind die Buchstaben des genetischen Textes und bilden einen Code, den die Zellen wie Baupläne lesen und in die zahlreichen Proteine übersetzen können, aus denen sich ein Lebewesen zusammensetzt.

Dass wir Menschen so verschieden sind, weil sich einige unserer Gene minimal unterscheiden, und dass sich Geschwister ähneln, weil sie viele identische Gene von ihren Eltern geerbt haben, gehört inzwischen zum Allgemeinwissen. Doch das ist nur die halbe Wahrheit. Wäre der Gentext nämlich allein entscheidend, müssten wir untereinander viel ähnlicher sein. Selbst Schimpansen wären fast wie wir.

Auch ein anderes Phänomen lässt sich mit dem genetischen Code allein nicht erklären: Warum kann unser Körper verschiedene Typen von Zellen bilden, obwohl sie alle identische Genome haben? Warum gibt es Nerven-, Haar-, Leber- und viele andere Zellen? Wie kann es sein, dass in den Zellkernen meines Muskelgewebes exakt das gleiche Erbgut steckt wie zum Beispiel in der Darmschleimhaut oder der Schilddrüse?

Hier kommt die Epigenetik ins Spiel. Sie erforscht die Struktu-

ren, die jeder Zelle eine Identität verleihen und in ihrer Gesamtheit deren Epigenom bilden. Es sorgt dafür, dass die Zelle nicht nur die Baupläne für alle möglichen Proteine speichert, sondern auch die Anweisungen, welche dieser Baupläne zum Einsatz kommen sollen. Und diese Anweisungen können die Zellen – wenn sie sich teilen – gemeinsam mit dem Gencode an ihre Tochterzellen weitergeben.

Man könnte auch sagen, das Epigenom definiert die Bestimmung einer Zelle. Es sagt dem Genom, was es aus seinem Potenzial machen soll. Es entscheidet, welches Gen zu welcher Zeit aktiv ist und welches nicht. Dabei programmiert es sogar, ob eine Zelle schnell oder langsam altert, ob sie empfindlich oder abgestumpft auf äußere Reize reagiert, zu Krankheiten neigt oder ihre Aufgabe möglichst lange erfüllen kann.

Die Werkzeuge des Epigenoms sind sogenannte epigenetische Schalter. Sie lagern sich gezielt an bestimmte Stellen des Erbguts an und entscheiden, welche ihrer Gene eine Zelle überhaupt benutzen kann und welche nicht. So liefert das Epigenom die Grammatik, die dem Text des Lebens eine Struktur verleiht. Es ist die Software, die den Zellen hilft, die Hardware – also ihren Gencode – richtig einzusetzen. Denn es herrschte Chaos, läse eine Zelle alle ihre Gene gleichzeitig ab und produzierte sie all die vielen Proteine, deren Baupläne sie gespeichert hat, zugleich.

Per biologische Definition beschäftigt sich die Epigenetik mit all jenen molekularbiologischen Informationen, die Zellen speichern und an ihre Tochterzellen weitergeben, die aber nicht im Erbgut enthalten sind.

«Wie bitte?», werden Sie jetzt fragen. «Das habe ich in der Schule ganz anders gelernt. Zellen geben doch nur ihr Erbgut weiter. Sonst nichts.» Falsch! Seit wenigen Jahren sind die Biologen überzeugt, dass unser Schulwissen korrigiert werden muss. Wenn Zellen sich teilen, vererben sie auch das epigenetische Programm.

Dass es Epigenome geben muss, hätte man sich eigentlich schon lange denken können. Und viele Forscher haben es sich Anfang des vergangenen Jahrhunderts auch gedacht. Der Begriff Epigenetik wird deshalb unter Genetikern schon seit fast 70 Jahren gebraucht. Doch erst jetzt, da die Forscher den menschlichen Gencode in einem riesigen, fünf Jahrzehnte währenden Kraftakt komplett entschlüsselt haben, öffnet sich der Blick der Wissenschaft wieder neu für alte Ideen. Nun gerät zum Beispiel die Frage in den Blickpunkt, wieso im Herz nur noch Herzzellen wachsen, sich aus einer Stammzelle aber viele verschiedene Zelltypen entwickeln können.

Doch was die Epigenetik aus dem Elfenbeinturm der Grundlagenforschung holt, ist ein anderes Phänomen: Die Epigenetischen Schalter sind flexibel. Sie reagieren auf Umwelteinflüsse. Deshalb können Erziehung, Liebe, Nahrung, Stress, Hormone, Hunger, Erlebnisse im Mutterleib, Vergiftungen, Psychotherapie, Nikotin, außergewöhnliche Belastungen, Traumata, Klima, Folter, Sport und vieles mehr unsere Zellen umprogrammieren.

Solche Faktoren können die Biochemie der Zelle umkrempeln und lassen dennoch den genetischen Code vollkommen unangestastet. In dieser Erkenntnis steckt eine riesige Chance, die Moshe Szyf, israelischer Epigenetiker von der Universität in Montreal, Kanada, so formuliert: «Wenn die Umwelt eine Rolle bei der Veränderung unserer Epigenome spielt, dann können wir eine Brücke zwischen biologischen und sozialen Prozessen schlagen. Und das ändert unsere Sicht des Lebens total.» Denn die Epigenetik erklärt, wieso die Außenwelt unseren Körper und Geist dauerhaft verändern kann.

Und je jünger wir sind, desto offener scheinen unsere Zellen auf Umwelteinflüsse zu reagieren. Randy Jirtles Mäuse sind noch im Mutterleib, wenn die Nahrung ein paar ihrer Gene für den Rest ihres Lebens abschaltet und ihre Fellfarbe und Krankheitsanfälligkeit manipuliert.

Die Hinweise häufen sich, dass bei uns Menschen genau die gleichen Prozesse ablaufen. Vor allem wird endlich klar, warum es den Charakter von Kindern so nachhaltig prägt, welche emotionalen Erfahrungen sie und ihre Eltern kurz vor und nach der Geburt machen, so dass zum Beispiel manche Menschen eher zu Depressionen und Angsterkrankungen neigen als andere. Die Epigenetik legt außerdem nahe, dass es sich oft schon vor der Geburt entscheidet, ob wir eines Tages Krebs, Diabetes, starkes Übergewicht, eine Suchterkrankung oder eine Herz-Kreislauf-Krankheit bekommen. Und sie kann erklären, warum manchen Menschen eine ungesunde Lebensweise weniger ausmacht als anderen.

Was die Forscher bisher herausgefunden haben, klingt sensationell: Indem wir die Programmierung des Genoms mehr oder weniger bewusst verändern, können wir unsere Physiologie – unseren Körper und Geist – dauerhaft beeinflussen. Und wir haben eine riesige Verantwortung gegenüber unseren Nachkommen. Denn manche Entscheidung, die wir teils schon lange vor ihrer Geburt treffen, verändert ihre Persönlichkeit, ihre Gesundheit, ihre Lebenserwartung.

Rudolf Jaenisch vom weltberühmten Whitehead Institute in Boston, USA, deutscher Pionier der Gentechnik und Stammzellforschung sowie seit vielen Jahren Nobelpreiskandidat, verriet mir: «Das Jahrzehnt der Genetik ist schon lange vorbei. Wir befinden uns jetzt mitten im Jahrzehnt der Epigenetik. In diesem Feld passieren derzeit die wichtigsten und aufregendsten Dinge der Molekularbiologie.»

Wir stehen an der Schwelle zu einem neuen Denken in der Biologie, an der Schwelle zur «postgenomischen Gesellschaft», weiß auch Thomas Jenuwein, Leiter der Arbeitsgruppe für Epigenetik am Max-Planck-Institut für Immunbiologie in Freiburg im Breisgau. Denn der neue Zweig der Genetik liefert das lange gesuchte Bindeglied zwischen der Umwelt und den Genen. Er macht die

nurture-versus-nature-Diskussion, die das Fach seit hundert Jahren antreibt, endlich hinfällig: Die Frage, welche Eigenschaften wir von unseren Vorfahren geerbt und welche wir durch Erziehung, Kultur und die Interaktion mit unserer Umwelt erworben haben, stellt sich in dieser Form nicht mehr. Beide Seiten sind keine Gegensätze, sie ergänzen sich. Die Umwelt beeinflusst das Erbe und umgekehrt.

«Das Epigenom ist die Sprache, in der das Genom mit der Umwelt kommuniziert», sagt Rudolf Jaenisch. Und er ergänzt, was die Epigenetik so spannend mache, sei ihre Komplexität: «Die Genome Ihrer Zellen sind alle gleich. Kennen Sie eines, kennen Sie alle. Aber jeder Mensch hat zigtausend verschiedene Epigenome.» Ist diese Vielfalt erst erforscht, werden sich ungeahnte Möglichkeiten für neue Forschungsansätze und Therapien ergeben.

Letztlich wird die Epigenetik sogar erreichen, was ihre scheinbar übermächtige Mutter, die Genetik, aus eigener Kraft nicht schaffen konnte: die biomedizinische Revolution des 21. Jahrhunderts zu vollenden.

Der zweite Code

Die wichtigste Botschaft dieses Buches lautet: Fühlen Sie sich nicht als Marionetten Ihrer Gene. Vertrauen Sie darauf, dass Sie Ihre Konstitution, Ihren Stoffwechsel, Ihre Persönlichkeit ändern können. Anders als die Bio-Fatalisten es in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder behauptet haben, ist unser Leben nicht bis ins Kleinste vom Erbgut vorbestimmt. Zwar gibt es ein biologisches Schicksal, ein genetisches Programm, das Körper und Geist im Griff hat, das mit festlegt, ob wir krankheitsresistent, dick, langlebig, krebsanfällig, umständlich, liebevoll, suchtgefährdet oder besonders schlau sind, doch haben wir dieses Schicksal ein gehöriges Stück weit selbst in der Hand.

Ändern Sie Ihren Lebensstil – und Sie nehmen biochemische Weichenstellungen vor, die Ihnen und vielleicht sogar Ihren zukünftigen Kindern und Kindeskindern für den Rest Ihrer Zeit auf Erden unauffällig, aber stetig helfen werden. Über die Epigenome prägen die Einflüsse aus der Umwelt und die Folgen des eigenen Handelns manchmal Jahrzehnte im Voraus, was sich bei uns und unseren Nachkommen in Körper und Geist abspielt.

Gleich mehrere Disziplinen machen dank der Epigenetik riesige Fortschritte, zum Beispiel die Forschung an Stammzellen und gegen Krebs.

Besonders spannend ist auch der Einfluss der Epigenetik auf die Altersforschung. Denn das große Geheimnis der Superalten scheint sich nicht zuletzt in den Epigenomen ihrer Zellen zu verstecken. Die molekularbiologischen Schalter beeinflussen sogenannte Lebensverlängerungsprogramme, die es bei fast allen Organismen gibt, von der Hefe bis zum Menschen. Diese Programme halten – wenn sie denn eingeschaltet sind – einige von uns offensichtlich bis ins höchste Alter gesund und fit.

Auch die Psychologie profitiert: Die Epigenetiker finden nämlich heraus, was den Charakter von Menschen prägt, was die einen zu ängstlichen, schwachen oder gar aggressiven «Persönchen» macht, die anderen zu ausgeglichenen, ruhigen, bindungsfähigen und stabilen Persönlichkeiten. Die neue Wissenschaft beantwortet interessante Fragen: Welche Rolle spielen die ersten Lebensjahre und die Zeit im Mutterleib für die Ausprägung des Gehirns, und was können Eltern tun, damit sich ihre Kinder optimal entwickeln? Was verändert eine Psychotherapie im Denkorgan von Menschen, die beispielsweise eine Depression oder eine Posttraumatische Belastungsstörung haben?

Die Flexibilität der Epigenome erklärt sogar, warum das Lebensumfeld bereits vor der Geburt und in den ersten Lebensjahren die Krankheitsanfälligkeit im Alter entscheidend beeinflusst.