

Nicolai Peschel

# Ich bin nicht dick, ich habe nur schwere Gene

Die Macht  
unseres Erbguts  
und wo  
sie endet



SACHBUCH

EBOOK INSIDE



Springer

Ich bin nicht dick, ich habe  
nur schwere Gene

Nicolai Peschel

# Ich bin nicht dick, ich habe nur schwere Gene

Die Macht unseres Erbguts  
und wo sie endet

 Springer

Nicolai Peschel  
Heroldsberg, Bayern, Deutschland

ISBN 978-3-662-59227-4      ISBN 978-3-662-59228-1 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-59228-1>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Einbandabbildung: Deblik, Berlin  
Planung/Lektorat: Stefanie Wolf

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature  
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

# Vorwort

Nachdem ich in der nur 20 min dauernden Pause der Neurobiologie-Konferenz in Cold Spring Harbor zum dritten Mal vor dem Barista stehe, um ihn um einen weiteren Kaffee anzuflehen, ernte ich zunächst ein Stirnrunzeln. Der Mann dreht den Kopf zur Seite, widmet sich der Kaffeekanne und sagt mit ernsten Worten: „Na, Sie müssen ja wissen, was gut für Sie ist.“ Der Tadel in seiner Stimme, verbunden mit dem leichten Kopfschütteln, veranlasst mich dazu, mich rechtfertigen zu müssen. Doch anstatt auf langweilige Vorträge in viel zu dunklen Räumen hinzuweisen oder an den heftigen Jetlag zu erinnern, der mich gerade eben noch in europäischen Zeitzonen weilen lässt, gebe ich ihm lieber meine Standardausrede: „Tut mir, tut mir leid“, antworte ich also, ohne ihm in die Augen zu blicken, „aber das liegt an meinen Genen.“

Während ich dann damit beschäftigt bin, mir diese rosa Tütchen aufzureißen, um deren süßen Inhalt in meinen Kaffee zu schütten, blickt mich der Mann mit

bekümmertem, aber durchaus verständnisvollem Gesichtsausdruck an. Ja, wird er sich denken, diese bösen Gene. Da kann man wohl nichts machen. Gleich wird er mir die Hand auf meine Schulter legen, um mir sein Beileid zu diesen schicksalhaften Genen auszusprechen, doch dann ertönt auch schon ein Klingeln, welches mich wieder zum nächsten Vortrag ruft.

Ja – die Gene.

Viel zu oft benutze ich diese unschuldigen Bestandteile meines Körpers und meiner Zellen, um damit Missgeschicke zu erklären oder um meine (meist nur allzu menschlichen) seltsamen Charaktereigenschaften und physischen Mängel dahinter zu verstecken. Zugegeben – nicht gerade die feine Art, doch es klappt erstaunlich gut.

Wieder einmal in der großen Stadt verfahren, den Teller viel zu voll aufgeladen, den Aufzug statt der Treppe genommen. Alles nicht meine Schuld – es ist eben in meiner DNA verankert. Diese Ausrede hätte ich sicherlich schon viel früher gebrauchen sollen, um mit einem defekten „Latein- und-Mathe-Gen“ meine schulischen Glanzleistungen vor meinen Eltern erklären zu können. Doch warum lassen mir eigentlich die Menschen diese Rechtfertigung immer so ohne Weiteres durchgehen?

Ich vermute, dass es wohl mehrere Gründe dafür gibt. Mir hilft gewiss die Tatsache, dass ich selbst Genetiker bin. Darum denken die meisten Menschen, dass ich schon wissen werde, wovon ich da rede. Aber das ist nur ein Teil der Wahrheit. Denn andererseits bedeutet das ja auch, dass sie selber keine Ahnung davon haben. Die Gene umweht noch immer der Nimbus des Unwirklichen und Unantastbaren. Auch wenn man die ganze Geschichte mit Mendel und dieser Erbinformation in der Schule lernen musste, so genau weiß man dann doch nicht, was Gene so alles können. Und dann gibt es natürlich auch noch die vielen Storys von Genfood, Klonkriegern und dem T-Rex

aus Jurassic Park, die Gene in einem äußerst düsteren Bild dastehen lassen.

Nur woran sind die Gene denn wirklich schuld? An meiner Adipositas? An meinem Haarausfall? An meiner Depression? An meinen Lügen? Wie selbstbestimmt bin ich denn überhaupt? Und kann ich etwas dafür, dass ich so schlecht Fußball spiele und keinen Marathon laufen kann? Manche dieser Fragen kratzen schon gehörig an der Philosophie<sup>1</sup> und gehen weit über die bloße molekulare Genetik hinaus. Ich möchte aber in diesem Buch davon erzählen, was denn die Gene wirklich mit uns anstellen und was sie für Auswirkungen auf unser Leben haben.

Zunächst liefert Ihnen jedoch das erste Kapitel, wie es sich für jedes Buch über die Genetik gehört, eine kleine Einleitung. Grundsätzliche Begriffe sollen erklärt und eingeführt werden. Was ist denn ein Gen und ein Genom und was war noch mal gleich rezessiv und DNA? Wer schon viele Bücher über Genetik, Biologie oder molekulare Medizin gelesen hat, könnte selbstredend das Kapitel überspringen und sofort in die Vollen gehen. Aber Sie würden etwas verpassen! Mindestens drei gute Laune verbreitende Schmunzler und natürlich eine kurze Auffrischung Ihres Wissens. Und das Feld der Genetik ist gerade in den letzten Jahren, nach Ende des Human genomprojekts, fast explosionsartig erweitert worden. Es kann also gut sein, dass im ersten Kapitel ein paar neue Informationen auch auf alte Hasen warten. Und (immer ein unschlagbares Argument) immerhin haben Sie ja schon für das gesamte Buch gezahlt – da können Sie gut und gerne einen Blick in die Einleitung werfen.

---

<sup>1</sup>und evtl. am Selbstbewusstsein.

# Danksagung

Für die Hilfe bei dem schweren Geburtsvorgang dieses Buches möchte ich mich bei meinen Unterstützern bedanken. Dank an meine nimmermüden Probeleser für positive Kritik und Rat zur rechten Zeit. Besonderer Dank gilt allerdings Herrn Christopher Peschel sowie meinen Eltern. Danke auch an den Springer Verlag für den problemlosen redaktionellen Ablauf der Veröffentlichung.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung in die Genetik</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Von Knollennasen und Struwelpetern – die Physiognomie</b>	<b>27</b>
<b>3</b>	<b>Genetische Fingerabdrücke, Tatorte und persönliche Medizin</b>	<b>41</b>
<b>4</b>	<b>Hier bin ich Mensch – hier darf ich's sein</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	<b>Wohin sind eigentlich die Neandertaler verschwunden?</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Sportliche Gene und schnelle Muskeln</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>Haben Männer andere Gene als Frauen?</b>	<b>81</b>
<b>8</b>	<b>Die Gene und der Alkohol</b>	<b>93</b>

<b>XII</b>	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
<b>9</b>	<b>Napoleon, die Schlafmutante</b>	<b>103</b>
<b>10</b>	<b>Die innere Uhr und die Gene</b>	<b>115</b>
<b>11</b>	<b>Musik liegt in der Luft – und in den Genen</b>	<b>123</b>
<b>12</b>	<b>Sparsame Gene, schnelles Essen und langsame Evolution</b>	<b>133</b>
<b>13</b>	<b>Unsere Intelligenz – oder bekommen kluge Eltern kluge Kinder?</b>	<b>141</b>
<b>14</b>	<b>Gibt es den geborenen Schurken und Mörder?</b>	<b>151</b>
<b>15</b>	<b>(Faden-)Würmer – wollt ihr ewig leben?</b>	<b>161</b>
<b>16</b>	<b>Was tun mit den unliebsamen Genen?</b>	<b>171</b>
	<b>Schlusswort</b>	<b>183</b>
	<b>Glossar</b>	<b>185</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>201</b>
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>203</b>



# 1

## Einführung in die Genetik



Die Genetik ist eigentlich eine noch sehr junge Wissenschaft. Vielleicht nicht ganz so brandneu wie die Erforschung der künstlichen Intelligenz oder die Computerspielwissenschaften. Aber im Vergleich zur Philosophie oder auch der Mathematik haben sich die

Menschen erst relativ spät, im 19. Jahrhundert, ernsthaft mit den Genen und der Vererbung beschäftigt.

Das ist eigentlich nicht ganz richtig, denn schon seit Jahrhunderten und Jahrtausenden arbeiten wir kräftig in der Gentechnik. Nur trugen die ersten Genetiker keine weißen Laborkittel oder arbeiteten mit Reagenzgläsern und Pipetten, sondern kleideten sich vielmehr in Lendenschurz und Tunika.

Frühzeitig bemerkten die Menschen, dass seltsamerweise nicht die dümmsten Bauern die dicksten Kartoffeln ernteten – sondern eher die klügsten. Denn wer immer mit den kräftigsten Pflanzen, den größten Schweinen und den besten Milchkühen arbeitete und diese zur Zucht nutzte, sollte dafür belohnt werden. Schnell stellte man fest, dass diese Eigenschaften an die nächste Generation weitergegeben wurden. Und manches Mal, wenn sowohl Mama als auch Papa Rind besonders viel Muskeln und Fleisch lieferten, dann waren die Nachkommen noch stärker oder produzierten noch mehr Milch.

Es gibt sehr viele gute Beispiele für die Arbeit der frühen Genetiker, sei es das Haushuhn, das Schwein, der Apfel oder eben die Kartoffel. Ein schönes Beispiel, welches ich hier im Detail darstellen möchte, liefert uns aber der beste Freund des Menschen – der Hund. Die Geschichte des Hundes, wie wir ihn heutzutage kennen, begann schon vor langer Zeit. Die ersten stummen Zeugen seiner Existenz sind über 30.000 Jahre alt. Knochenfunde aus dem Altai-Gebirge in Sibirien oder mehr als 10.000 Jahre alte Hundegräber aus Israel stellen frühe Hinweise auf dessen Vorhandensein dar. Unklar ist, wie der Mensch auf den Hund bzw. Wolf kam. Vielleicht wurden Welpen von einem Jäger großgezogen, vielleicht lockten menschliche Behausungen die grauen Wölfe aus den Wäldern. Wahrscheinlich ist einer unserer Vorfahren auf die Idee gekommen, dass so ein Wolf einen guten Schutz

vor ungebetenen Gästen bieten würde und auch gut zur Jagd eingesetzt werden könne. Die Wölfe, die nun mit den Menschen zusammenlebten, wurden in den nachfolgenden Jahrhunderten von unseren Vorfahren nach deren Vorstellungen und Bedürfnissen genetisch verändert.

Nur wie gingen diese steinzeitlichen Genetiker vor? Das wichtige Stichwort muss lauten (ganz nach Darwins<sup>1</sup> Theorie): durch Selektion. Wenn einer der Wölfe besonders zahm erschien, wurde er zur weiteren Zucht benutzt. Ein wilderer Wolf, der auch Menschen angriff oder in einem Kleinkind ein schmackhaftes Mittagmahl sah, wurde getötet. Und nach Jahren der Züchtung mit den nettesten und zahmsten Wölfen veränderten sich die Tiere mehr und mehr.

Wir können also festhalten, dass viele Eigenschaften von der einen Generation an die nächste weitergegeben werden. Plötzlich gab es einen Wolf mit hellerem Fell oder kleinerem Schwanz oder kürzerer Schnauze. Zunächst schien da der Zufall seine Hände im Spiel zu haben (warum der Zufall in Wirklichkeit „neue Mutation“ heißt, erkläre ich Ihnen später). Unbeabsichtigt war ein Welpe mit heller Fellfarbe auf die Welt gekommen. Der Besitzer fand diese Farbe von großem Vorteil – denn von nun an würde sein Wolf nicht mehr wie die wilden Tiere aus dem Wald aussehen und nicht von Jägern zur Strecke gebracht werden. Auch die Nachkommen dieses Welpen hatten die helle Fellfarbe.

Viele veränderte Merkmale und tausende von Jahren des Züchtens und Domestizierens später gibt es heute viele hunderte Hunderassen, die nur noch im Entferntesten an den ursprünglichen Grauwolf erinnern. Lange Haare,

---

<sup>1</sup>Ein britischer Naturwissenschaftler, Schildkrötenbesitzer und Seefahrer, dem wir die Evolutionstheorie verdanken.

kurze Haare, braune Farbe, kleiner Schwanz und ein Größenunterschied von 70 cm. So hat der Mensch den grauen Wolf nach seinen eigenen Wünschen drastisch verändert – und, ohne es zu wissen, dabei die Gene des Tieres ziemlich auf den Kopf gestellt. Wir resümieren: Erst kommt es durch Zufall zu einem veränderten Merkmal des Tieres (z. B. Schnauzenlänge) und dann kommt der Mensch, der diese Eigenschaft durch immer neue Züchtungen erhält oder verstärkt und in die Nachfolgegeneration überträgt.

Doch was hat diese Geschichte von der Domestizierung des Hundes mit Ihren Genen zu tun?

Zunächst einmal noch nicht so viel, denn der Begriff des Gens wurde erst Anfang des 20. Jahrhunderts eingeführt; allerdings begann man schon 50–100 Jahre vorher, sich mit den Ursächlichkeiten und Gesetzen der Vererbung zu beschäftigen. Und auch die frühen Menschen erkannten schon vor tausenden von Jahren, dass bei ihren Züchtungen Merkmale von den Eltern an die Nachkommen weitergegeben wurden. Nur wie dies erfolgte, blieb lange Zeit mehr als nebulös. In welcher Form wurde die Information für die weiße Fellfarbe des Hundes oder die schwarze Haarfarbe des Vaters an die Nachkommen weitergegeben?

Die Liste der Wissenschaftler, die hier Meilensteine gesetzt und große Entdeckungen gemacht haben, ist lang und jeder Einzelne von ihnen würde es verdienen, dass über ihn und seine Forschung ganze Bücher geschrieben werden. In der Tat ist das auch sehr oft geschehen – darum verweise ich an dieser Stelle auf die faszinierenden historischen Geschichten über die einzelnen Helden der Genetik, wie z. B. Gregor Mendel oder Rosalind Franklin, in separaten Büchern. Hier möchte ich vielmehr versuchen Ihnen unseren Stand der Forschung näherzubringen, ohne dessen Historie zu vertiefen.

Fakt war: Die Information für ein bestimmtes Merkmal muss von den Eltern bei der Zeugung des Nachwuchses weitergegeben werden. Unklar war hingegen, wo diese Information aufgeschrieben wurde. Mit der Einführung von Mikroskopen konnte man erkennen, dass Lebewesen aus einzelnen Zellen aufgebaut waren. In diesen Zellen fand man einen besonders geschützten Bereich, den Zellkern. Und dieses Zentrum fast jeder Zelle<sup>2</sup> ist Sitz des geheimnisvollen Buches unseres Lebens. An dieser Stelle ist also sämtliche Information über den Bau des Menschen festgehalten. Es steht in jeder einzelnen Ihrer Körperzellen – egal ob in der Haut, in der Leber oder im Gehirn – eine Bauanleitung, wie Sie aufgebaut sind und mit welchen Merkmalen Sie ausgestattet sein sollen, welche Augenfarbe und welche Körpergröße Sie haben und ob Sie Mann oder Frau sind. Und diese Bauanleitung in jedem Kern unserer Zellen nennt man ein Genom. Machen Sie sich ruhig einmal bewusst, dass Ihr ganz eigenes Genom in jeder Ihrer vielen Milliarden an Körperzellen sitzt und Ihre rundherum individuelle Anleitung zum Bau Ihrer selbst darstellt. Auch wenn es Milliarden an Menschen auf unserem Planeten gibt – Ihr Genom ist etwas sehr Persönliches. Keiner der vielen anderen Menschen trägt eine identische Kopie Ihres Genoms in sich. Es gibt allerdings ein paar wenige Ausnahmen: eineiige Zwillinge (und Klonkrieger aus *Star Wars*) – doch dazu später mehr. Diesen Bauplan geben dann die Eltern an ihre Nachkommen weiter.

Mit Sicherheit werden Sie nun über das Geschriebene kurz nachgedacht haben und eine drängende Frage hat sich in Ihr Bewusstsein geschoben: Warum ist dann mein Sohn oder meine Tochter nicht eine genaue Kopie von

---

<sup>2</sup>Leider sind manche Organismen hier leer ausgegangen. Die Bakterien haben beispielsweise keinen Zellkern.

mir? Kinder sehen ihren Eltern natürlich ähnlich und tragen somit auch ein ähnliches Genom wie ihre Eltern. Aber es ist nicht identisch – auch Ihre Nachkommen besitzen ein einzigartiges Genom. Wir wissen inzwischen, dass wir unseren Bauplan des Lebens an unsere Nachkommen weitergeben. Dies erfolgt bei der Zeugung, denn auch das männliche Spermium besteht aus Zellen (mit Zellkern und Genom) – Gleiches gilt natürlich für die weibliche Eizelle. Was Sie aber noch nicht wissen: Normalerweise steckt in unseren Zellen nicht nur eine Kopie des Genoms, sondern zwei Kopien. Das Genom liegt also doppelt vor – dies nennt man diploid. Eine durchaus sinnvolle Angelegenheit – wenn eine Ausfertigung kaputt oder unleserlich geworden ist, dann hat man immer noch ein Backup, einen Ersatz parat. Und jetzt kommt der Clou, denn in Ihren Ei- und Spermazellen (auch Keimzellen genannt) haben Sie jeweils nur eine Kopie des Genoms (dies nennt man haploid). Wenn nun bei der Zeugung das Spermium mit der Eizelle verschmilzt, haben Sie erneut eine diploide Zelle geschaffen, in der zwei Kopien des Genoms sitzen – eines von der Mutter und eines vom Vater. Aus dieser einen Zelle reift dann das Kind heran, sodass nachfolgend alle seine Zellen mit diesen beiden Kopien ausgestattet sein werden.

Auch an dieser Stelle wird der konzentrierte Leser seinen Arm heben (und wahrscheinlich sogar penetrant mit den Fingern schnipsen), um die Aufmerksamkeit des Autors auf sich zu lenken. Warum sehen meine Kinder dann aber nicht alle gleich aus, wenn sie je eine Kopie des Genoms von Vater und Mutter haben? Das hat mehrere Gründe. Einmal müssen Sie bedenken, dass auch Sie selbst keine zwei zu 100 % identischen Kopien Ihres Genoms in sich tragen. Denn auch Sie (genauso wie Ihr Partner) haben ja ursprünglich von Ihren Eltern je eine



Kopie mitbekommen. Ob dann Kopie 1 (von Ihrem Vater) oder Kopie 2 (von Ihrer Mutter) in der Eizelle/im Spermium sitzt, ist reiner Zufall und die Wahrscheinlichkeit beträgt 50 %. Rein statistisch gesehen würde dann immer noch jedes 4. Kind (50 % Vater, 50 % Mutter → 25 %) mit dem gleichen Genom auf die Welt kommen.

Es existiert allerdings auch noch ein weiterer Mechanismus, der für größere Vielfältigkeit in Ihren Nachkommen sorgt – denn auch bei Großfamilien mit 10 Kindern sehen ja alle ein wenig unterschiedlich aus. Um diesen Mechanismus zu erklären, sollten wir uns das Genom ein wenig näher ansehen. Wie bei einem guten Buch ist Ihr Genom nicht in einem sehr langen Stück aufgeschrieben worden, sondern in einzelne Kapitel aufgeteilt. Diese Kapitel nennt man in der Genetik Chromosomen. Ihr Genom besteht aus 22 Kapiteln plus einem extra Kapitel, in dem es vor allem darum geht, ob Sie ein Mann oder eine Frau werden. Die 22 normalen Chromosomen nennt man Autosomen, das extra Chromosom ist das Geschlechtschromosom (bzw. Gonosom). Man hat die Chromosomen einfach von 1–22 durchnummeriert. Nur die Geschlechtschromosomen haben extra Namen bekommen – das weibliche heißt X-Chromosom, das des Mannes Y-Chromosom. Sie haben also 23 Chromosomen in jeder Zelle – aber da Sie ja jedes Genom (und somit auch alle Chromosomen) doppelt vorliegen haben, findet sich die stattliche Anzahl von 46 Chromosomen in den Kernen.

In Ihren haploiden Keimzellen ist es nicht nur Zufall, welche Kopie Ihres diploiden Genoms weitergegeben wird; es wird exklusiv für diese Zelle ein neues Buch geschaffen, welches einen Mischmasch aus den beiden Kopien Ihres eigenen Genoms darstellt. Chromosom 1 stammt von Ihrer Mutter, Chromosom 3 vom Vater usw.

Für die Mathematiker: Das bedeutet, es gibt  $2^{23}$  Möglichkeiten<sup>3</sup> die unterschiedlichen Chromosomen zu einem neuen Genom zusammenzufügen.

Die Chromosomen bestehen zu einem großen Teil aus DNA (Desoxyribonukleinsäure). Die DNA wiederum besteht aus den einzelnen Buchstaben, die sich Nukleotide nennen. Das DNA-Alphabet gleicht allerdings mit seinen nur vier Buchstaben eher dem binären Code der Computersprache als unserem Alphabet mit 26 Buchstaben (plus die Äs, Ös, Üs, ßs). Die vier Buchstaben lauten A, T, C, G und sind die Abkürzungen für die Namen Adenin, Thymin, Cytosin und Guanin. In vielen Büchern werden Sie auch den Begriff Base für die einzelnen Buchstaben finden.

Für den Literaten eher unspektakulär würde eine Zeile aus unserem Genom so aussehen: tataattttaattaacaacaag-caactttacaagaggaaaaaaaacctcatttcctcccaacaagccaccagcct-gggtgggcctagc. Wie immer liegt die Schönheit im Auge des Betrachters. Jede Sprache sieht zunächst wie eine seltsame bis willkürliche Ansammlung an Zeichen aus – bis man den Code, die Grammatik und Rechtschreibung, beherrscht. Dann verwandeln sich Buchstaben in Poesie. Und genauso verhält es sich auch mit der DNA und den Nukleotiden. Zugegeben – Poesie werden wir hier nicht finden, eher eine Anleitung à la Lego. Doch wie man die DNA lesen kann – dazu später mehr.

Unsere 23 Chromosomen sind unterschiedlich groß. Das erste Chromosom ist mit circa 250 Mio. Basen das größte – Chromosom 21 mit circa 50 Mio. Basen am kleinsten (nur das Gonosom Y ist noch kleiner). Und das gesamte Buch bzw. Genom eines Menschen hat unglaubliche 3 Mrd. Basen. Wenn man sich klarmacht, dass eine

---

<sup>3</sup>Das sind über 8 Mio. verschiedene Möglichkeiten – Sie können sich also bei Ihrem Nachwuchs austoben.

Seite in dieser Publikation circa 3000 Zeichen aufweist, ist unser Buch des Lebens mit 1 Mio. Seiten keine Lektüre für zwischendurch.

Nun wollen wir den Inhalt der Chromosomen ein wenig näher betrachten. In der DNA steht beschrieben, wie ein einzelnes Merkmal des Menschen auszusehen hat und aufgebaut ist. Nicht alle Stellen und Seiten eines Buches sind mit gleich wichtigen Informationen gefüllt. Manchmal kann man getrost eine Seite überspringen und verliert rein gar nichts an Handlung. Auch die DNA weist wichtige und weniger wichtige Abschnitte auf. Ein Abschnitt, der für eine zentrale Information steht, nennen wir Gen. Ein Gen ist also der Bereich auf der DNA, der die Information für den Bau eines biologisch aktiven Moleküls beschreibt. Diese biologisch aktiven Moleküle sind zum großen Teil Proteine. Würde man das viele Wasser in unserem Körper nicht beachten, bestehen wir zu circa 50 % aus Protein.<sup>4</sup> Die Proteine sind wirkliche Multifunktionsmoleküle, sie können sowohl als strukturenbende Einheit fungieren wie auch als molekulare Maschinen, die mannigfaltige Aufgaben durchführen können. Proteine sind aus kleinen Bausteinen aufgebaut – ähnlich wie bei Lego kann man mit ihrer Hilfe also eine Wand für ein Haus bauen (Struktur) oder auch einen Bagger (Maschine).

Im menschlichen Genom existieren circa 20.000 Gene. Interessant ist auch, dass diese Abschnitte auf unserer DNA gerade einmal 2 % ausmachen. Was in den anderen 98 % der DNA zu finden ist, ist noch nicht so ganz von der Wissenschaft verstanden. Mit Sicherheit stehen auch an diesen Stellen des Genoms interessante Fakten, wie

---

<sup>4</sup>Zumindest beim durchschnittlichen, nicht zu dicken Menschen – bei Homer Simpson sähe dies anders aus.

z. B. Hinweise darauf, wann oder wie viel von einem Protein hergestellt werden soll. Trotzdem ist sich die Wissenschaft hier noch nicht ganz einig.

Genauso wie die Größe variiert auch die Anzahl der Gene, die sich auf den unterschiedlichen Chromosomen befinden. Die Spanne geht von einigen Dutzend Genen (auf dem kleinen Y-Chromosom) bis hin zu mehreren tausend (z. B. auf dem 1. Chromosom).

Wir wissen nun, was ein Gen ist und dass ein Gen oft die Bauanleitung für ein Protein in sich trägt. Doch wer baut eigentlich dann anhand der genetischen Anleitung die Proteine? Und wie funktioniert das Zusammenbauen der Proteine? Genau damit werden wir uns nun beschäftigen – vom Gen zum Protein.

Wir wollen unsere kleine Exkursion in den Proteinbau direkt am Chromosom bzw. an der DNA starten. Zunächst wird der Abschnitt auf der DNA, auf dem unser Gen liegt, kopiert. Dies ist eine gute Absicherung. Unser wertvolles Buch des Lebens wird nicht als Original herausgegeben – aber man darf eine Kopie erstellen und diese zur Arbeit mitnehmen. Diese Kopie (mRNA des Gens genannt) verlässt den Zellkern und endet in einem Bereich der Zelle, wo nun anhand dieser Information das Protein hergestellt werden kann. Der Zellbereich nennt sich Zytoplasma.

Hier befindet sich die Maschinerie, die in der Lage ist, ein Gen zu lesen. Nur wie kann man mit 4 unterschiedlichen Buchstaben vernünftige Sätze bilden, ja sogar komplette Bauanleitungen? Bevor ich darauf en détail eingehen werde, möchte ich zunächst einmal beschreiben, wie eigentlich so ein Protein im Allgemeinen aufgebaut ist. Bleiben wir bei unserem Lego-Vergleich. Genauso wie eine Legoburg aus unterschiedlichen kleinen Bausteinen zusammengesetzt ist, ist dies auch beim Protein der Fall. Es gibt etwas über 20 verschiedene Bausteinchen, die man

Aminosäuren nennt. Je nachdem, welche Bausteine und in welcher Reihenfolge wir diese Aminosäuren zusammensetzen, erhalten wir ein bestimmtes dreidimensionales Gebilde. Wie schon erwähnt gibt es hier eine große Vielfalt, was Funktion und auch Struktur der Proteine anbelangt.

Zurück zur DNA, denn hier steht nun genau beschrieben, welche Aminosäure in welcher Reihenfolge zusammengestellt werden soll. Die molekulare Fabrik (Ribosomen genannt) in unseren Zellen liest also gleichzeitig die Kopie unseres Gens aus und baut daraus das Protein. Lange Zeit wusste man nicht, wie unsere 4 Basen mehr als 20 Aminosäuren beschreiben (codieren) können. Inzwischen ist aber gezeigt worden, dass immer 3 Basen zusammen (ein Basentriplett) für eine Aminosäure stehen. Erinnern wir uns an den oben genannten DNA-Satz: tat aat ttt aa... Wenn wir dieses kurze Stück nun in die Aminosäuren umschreiben, bedeutet dies: tat (ein Basentriplett) = Aminosäure Tyrosin, aat = Asparagin, ttt = Aminosäure Phenylalanin. Alle Aminosäuren haben eine charakteristische Gestalt und Möglichkeiten. In unserer Lego-Analogie heißt dies: Manche Legosteine sind viereckig, manche rund, es gibt durchsichtige Steine oder auch rote, grüne, gelbe etc. Dadurch entsteht auch die große Funktionsvielfalt der Proteine.

Nachdem wir nun in diesem kurzen Exkurs gesehen haben, dass die Gene die Anleitung für den Bau der Proteine liefern, können wir uns daran machen, uns erneut mit der Domestizierung des Hundes zu beschäftigen. Stellen wir uns also vor, dass ursprünglich im Genom des Grauwolfes ein Gen existiert hat, welches die Information für die graue Fellfarbe in sich trug. In diesem Gen stand also die Anleitung für die grauen Bausteine und Proteine des Fells. Da diese Information ja an die Nachkommen weitergegeben wurde, hatte auch der Nachwuchs