

Emma Young

# Super Sinne – Warum wir 32 davon haben

...

und was wir  
damit anfangen können

SACHBUCH

 Springer

Super Sinne – Warum wir 32 davon haben

Emma Young

# Super Sinne – Warum wir 32 davon haben

... und was wir damit anfangen können

Mit Beiträgen von Birgit Jarosch

 Springer

Emma Young  
Sheffield, UK

ISBN 978-3-662-68495-5      ISBN 978-3-662-68496-2 (eBook)  
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-68496-2>

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

Übersetzung der englischen Ausgabe: „Super Senses - The Science of Your 32 Senses and How to Use Them“ von Emma Young und Birgit Jarosch, © Emma Young 2021. Veröffentlicht durch John Murray Press. Alle Rechte vorbehalten.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2024

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, 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 jede Person benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des/der jeweiligen Zeicheninhaber\*in sind zu beachten.

Der Verlag, die Autor\*innen und die Herausgeber\*innen gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autor\*innen oder die Herausgeber\*innen 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.

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

Wenn Sie dieses Produkt entsorgen, geben Sie das Papier bitte zum Recycling.

*Meinen Eltern Peter and Joy – für meine Liebe zur Wissenschaft und  
zu Büchern*

# Danksagung

Allen Forschern, die sich die Zeit genommen haben, mir ihre faszinierende Arbeit zu erläutern – tiefster Dank.

Die Kapitel profitieren auch enorm von den persönlichen Geschichten. An Sue Barry, Nick Johnson, Nadjib Achaibou, Jozef Youssef, Stephen, Steph Singer, Yoko Ichino (über Lauren Godfrey), Herbert Nitsch, Fiona Torrance, Rachel Schneider und Lori Craven – herzlichsten Dank dafür, dass Sie mich an Ihren Erfahrungen haben teilhaben lassen.

Einige Abschnitte dieses Buchs haben ihren Ursprung in Features, die ich für „Mosaic“, das nun leider nicht mehr existierende Magazin des Wellcome Trust, geschrieben habe. Riesigen Dank an meine wunderbaren Redakteure dort – Michael Regnier, Mun-Keat Looi und Chrissie Giles. Kurze Abschnitte von Kap. 3 (Riechen), 14 (Emotionen wahrnehmen) und 15 (Empfindsam sein) erschienen erstmals in den Features von „Mosaic“ und werden hier unter der Creative-Commons-Lizenz erneut veröffentlicht.

Forschungen, die in mehreren Artikeln beschrieben wurden, welche ich für „Research Digest“ der British Psychological Society verfasst habe, fanden ebenfalls ihren Weg in das Buch – danke an meine wunderbaren heutigen und ehemaligen BPS-Kollegen dort – Jon Sutton, Matt Warren und Christian Jarrett.

Kate Douglas, Sie sind nicht nur eine ausgezeichnete Redakteurin, sondern auch eine kluge Beraterin und liebe Freundin – danke für all Ihre Aufträge, all Ihren Rat und all Ihre Unterstützung (und besonders dafür, dass Sie regelmäßig zum Mittagessen vorbeikommen).

Ich habe das große Glück, Freunde und Familienmitglieder zu haben, die bereit waren, ihre Expertise beizusteuern und ihre Zeit zu investieren, um

## VIII Danksagung

meine Schreibe zu überprüfen. Riesigen Dank an Dr. Jane Dixon, Dr. Anu Carr, Dr. Simon Carr und Dr. Andrew Thorpe. Und Danke auch an Sie, Mr. Bish.

An meine lieben Freunde und Kollegen Wissenschaftsjournalisten und Autoren Gaia Vince und Jo Marchant – danke für all Ihre Unterstützung von Anfang an (und nur wir wissen, wie weit dieses Buch wirklich zurückreicht ...).

An Toby Mundy, meinen wunderbaren Agenten – danke für Ihre Begeisterung und Unterstützung während der gesamten Zeit und dafür, dass Sie das perfekte Zuhause für dieses Buch gefunden haben – bei John Murray. An Georgina Laycock, meine Verlegerin, herzlichen Dank dafür, dass Sie das Buch in eine andere, viel bessere Form gebracht haben. Und danke an Abi Scruby für die detaillierte, enorm hilfreiche redaktionelle Arbeit, um das Buch in Form zu bringen.

Und schließlich mein ewiger Dank an James, meinen Ehemann und stärksten Unterstützer. Und an Jakob und Lucas, meine lustigen, klugen, neugierigen Söhne, für eure Liebe, und dafür, dass ihr jeden Teil meines Lebens bereichert habt, sogar das Schreiben.

# Einleitung

Wenn Sie schon einmal ein populärwissenschaftliches Buch gelesen haben, dann erwarten Sie jetzt wahrscheinlich, so stelle ich es mir jedenfalls vor, eine unterhaltsame Anekdote; eine eingängige Geschichte, die so faszinierend ist, dass sie Sie in den Text hineinzieht. Wenn das der Fall sein sollte, muss ich Sie leider enttäuschen.

Heute früh musste ich mich etwas quälen, um aus meinem warmen Bett zu steigen. Mit einem mulmigen Gefühl, weil ich um 9 Uhr einen schwierigen Arbeitsanruf vor mir hatte, wankte ich die Treppe hinunter und ging in die Küche. Während ich den Wasserkocher einschaltete, griff ich mit der anderen Hand nach einer Tasse im Regal. Normalerweise esse ich zum Frühstück Porridge, aber ich war am Verhungern! Mir war eher nach Ei auf Toast. Zuerst aber ein Kaffee. Ich goss kochendes Wasser aus dem Wasserkocher in die Kaffeekanne – autsch! Ich hätte wirklich vorsichtiger sein sollen.

Wie Einführungsgeschichten so sind, könnte es wirklich nicht banaler sein. Aber ich habe gerade, um Lewis Carroll zu zitieren, vor dem Frühstück an sechs unmögliche Dinge gedacht bzw. getan. „Unmöglich“ beschreibt hier eine Überzeugung, die so tief in unserer Kultur verankert ist, dass sie jedem Kind, einschließlich meinem eigenen, schon in der Grundschule eingepflegt wird. Ich spreche von dem Dogma, dass wir fünf – und *nur* fünf – Sinne haben.

Diese Vorstellung verdanken wir dem griechischen Philosophen Aristoteles. In „De anima“ (üblicherweise übersetzt mit „Über die Seele“), sein Werk, das etwa um 335 v. Chr. entstand, stellt Aristoteles Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen als *die* Sinne dar. Aristoteles war daran interessiert, Sinnesorgane (wie Augen, Nase und Zunge) mit den Erfahrungen des Sehens, Riechens usw. in Verbindung zu bringen. Soweit er feststellen konnte, haben wir fünf Arten solcher Organe – er dachte, die Haut sei nur das „Medium“ für

das Fühlen, das primäre Sinnesorgan sei „etwas anderes im Inneren“ – und fünf verschiedene Arten der sensorischen Wahrnehmung. „Man könnte sicher sein, dass es keinen weiteren Sinn jenseits der fünf gibt“, schrieb er.

Für jemanden, der vor mehr als 2000 Jahren lebte, war das eine solide Arbeit. Aristoteles war ein herausragender Biologe sowie Philosoph, aber er war ein Kind seiner Zeit. Die Physiologie steckte noch in den Kinderschuhen. Die Kenntnisse über das Gehirn waren rudimentär, um es gelinde auszudrücken. (Aristoteles selbst war überzeugt, dass das Gehirn existiere, um Wärme aus dem Blut abzuleiten.) Jahrhunderte der Forschung seitdem haben gezeigt, dass er zwar viel mehr über unsere Sinne wusste als über unser Gehirn, jedoch würde heute kein Sinnesforscher<sup>1</sup> behaupten, dass wir fünf – oder auch nur annähernd fünf – Sinne haben.

Vielleicht denken Sie jetzt: Nun, wenn wir andere Sinne haben, aber sie nicht allgemein anerkannt sind, können sie nicht so wichtig sein – also wird dieses Buch vielleicht wie diese nervigen Reiseführer sein, die alle möglichen nur wenig bekannten, aber „absolut sehenswerten“ Sehenswürdigkeiten anpreisen, welche aber in Wirklichkeit aus gutem Grund ein eher tristes Dasein fristen.

Lassen Sie uns zur Schilderung meiner Morgenroutine zurückkehren. Wir werden diese alltäglichen Abläufe genauer betrachten und einen Blick darauf werfen, wie obskur, oder eben nicht, die dafür erforderlichen Sinne sein könnten.

*Sechs unmögliche Dinge habe ich getan? Hier sind sie:*

- Ich fühlte mich warm. Das liegt daran, dass ich, wie Sie auch, Rezeptoren in meiner Haut und in meinem Körper habe, die auf verschiedene Temperaturen reagieren. Dies wird als Thermozeption bezeichnet und hat nichts mit Fühlen zu tun.
- Ich hatte in mulmiges Gefühl. Das lag zum großen Teil daran, dass mein Gehirn sensorische Signale verarbeitete, die auf eine bevorstehende Bedrohung hindeuteten. Meine Fähigkeit, meinen eigenen Herzschlag zu spüren (kardiale Interozeption), war dafür entscheidend.
- Ich wankte die Treppe hinunter, ohne auf meine Füße schauen zu müssen oder zu fallen. Das habe ich geschafft, weil ich zum einen ein Gefühl für die Position meiner Körperteile im Raum habe – einen Sinn für die Lokalisation der Gliedmaßen, eine Art Gliedmaßenortung, richtig als Tiefensensibilität oder Propriozeption bezeichnet – und zum anderen ein Gefühl für die Richtung der Schwerkraft und dafür, wann ich mich horizontal bewege (dank meines Vestibular- oder Gleichgewichtsorgans tief in meinem Innenohr).

- Beim Einschalten des Wasserkochers griff ich nach einer Tasse im Regal. Das war dank der Lokalisation der Gliedmaßen möglich.
- Ich war dabei zu verhungern ... Meine Fähigkeit, meinen physisch leeren Magen zu spüren, führte direkt zur Wahrnehmung von Hunger.
- Als ich etwas kochendes Wasser aus dem Wasserkocher auf meine Hand goss, tat es weh. Das liegt daran, dass ich spezielle Sensoren für die Schädigung von Gewebe (Nozizeptoren) in meiner Haut (und nicht nur dort) habe. Ihre Signale in Reaktion auf die Verbrennung führten zu einer Schmerzwahrnehmung.

Nun würde niemand behaupten, dass das Fühlen von Schmerz, Emotionen oder Hunger obskur ist, und ebenso wenig natürlich die Fähigkeit, eine Treppe hinunterzugehen. All diese Fähigkeiten hängen jedoch von Sinnen ab, die Aristoteles' Ansatz fehlen. Und obwohl erst in den letzten zehn Jahren Erstaunliches an Sinnen entdeckt worden ist, sind einige dieser „neuen“ Sinne für die Wissenschaft gute Bekannte und eher so neu wie Röntgenstrahlen oder die Pasteurisierung.

In der Tat schreibe ich in diesem Buch, dass das Modell von Aristoteles falsch ist, aber im Grunde hätte dieselbe Behauptung schon vor 100 Jahren aufgestellt werden können. (Und tatsächlich wurde sie auch aufgestellt, doch hat sie außerhalb akademischer Kreise niemand wirklich zur Kenntnis genommen, wie wir in Kap. 6 sehen werden.)

Wie viele Sinne *haben* wir also? Und *warum* bringen wir unseren Kindern immer noch bei, dass wir fünf haben? („Ich muss über meine fünf Sinne nachdenken“, erklärte mir mein Achtjähriger, als er mit der Hausaufgabe, einen kurzen Aufsatz zu schreiben, nach Hause kam. „Fünf, Mama, fünf!“).

Um die erste Frage: „Wie viele haben wir?“ zu beantworten, ist es hilfreich, wenn wir unseren Platz in der biologischen Systematik betrachten. Aristoteles glaubte, Menschen seien etwas Besonderes, aus einem anderen Stoff gemacht als Tiere und Pflanzen. Heute wissen wir es natürlich besser und es ist uns bekannt, dass die Ursprünge unserer menschlichen Sinne bis zu den Anfängen des Lebens zurückverfolgt werden können ...

Es ist ungewiss, wann genau was aus der Ursuppe hervorgegangen ist und wo wir uns da genau positionieren. Aber irgendwann vor etwa 3,7 bis 4,2 Mrd. Jahren tauchten vielleicht in hydrothermalen Tiefseequellen oder in warmen, vulkanischen Seen die ersten selbstreplizierenden Einheiten auf. Und spätestens vor 3,5 Mrd. Jahren schrieben einzellige Mikroorganismen Urgeschichte.<sup>2</sup>

Diese frühen Mikroorganismen waren vielleicht nicht mehr als Hüllen, die sich selbst replizierendes Material enthielten. Aber es waren immerhin Hüllen und sie hatten damit eine Innen- und eine Außenseite. Was sie wirklich von

unbelebten Objekten unterschied, war, dass sie Veränderungen in ihrer Umgebung erkennen und darauf reagieren konnten. In ihren fragilen äußeren Membranen – ihrer Schnittstelle zur Außenwelt – begann tatsächlich die Wahrnehmung.<sup>3</sup>

Mutationen, die es diesen Mikroorganismen ermöglichten, für sie günstige oder ungünstige Veränderungen zu erkennen, verbesserten natürlich ihre Überlebenschancen und ermöglichten es ihnen, in ihrer eigenen Nische zu gedeihen oder sogar in eine andere Nische umzuziehen. Die Wahrnehmung von chemischen und mechanischen, physikalischen Veränderungen kam zuerst. Nahrung, Toxine und Exkreme von anderen Mikroorganismen sind allesamt chemische Verbindungen, daher ist ihr Erkennen offensichtlich von unschätzbarem Wert. Auch die Wahrnehmung von mechanischen Einwirkungen – das Registrieren, wann man etwas berührt oder berührt wird – war entscheidend.

Angesichts ihrer grundlegenden Bedeutung überrascht es nicht, dass diese frühen Formen von chemischer und Kontaktwahrnehmung die evolutionären Prozesse überdauert haben. Wie das Bakterium *E. coli*<sup>4</sup>, die Topfpflanze auf Ihrem Schreibtisch<sup>5</sup> oder Ihr Familienhund registrieren auch Sie physischen Kontakt und nehmen interessante Chemikalien wahr. Kontakt oder „Druck“ ist tatsächlich nur einer Ihrer Tastsinne; wie wir noch herausfinden werden, steckt mehr dahinter. Und wenn es um „gute“ oder „schlechte“ Chemikalien geht, können Sie diese mit Geruchsrezeptoren in Ihrer Nase und Geschmacksrezeptoren auf Ihrer Zunge wahrnehmen, aber auch mit Rezeptoren in verschiedenen anderen Teilen Ihres Körpers, wie wir noch feststellen werden.

In der Frühzeit, als das Leben noch einfach war, waren chemische Sinne und der Tastsinn für das Überleben völlig ausreichend. Mit zunehmender Komplexität der Organismen wurden jedoch auch die Informationen, die es aus der sie umgebenden weiten Welt sowie aus ihrem Körperinneren zu beschaffen galt, immer komplexer. Fragen wie „Wo sind andere wie ich?“, „Gibt es Essen in meiner Nähe?“, „Berühre ich etwas?“ wurden bald ergänzt durch „Wo ist oben?“, „Wo ist Licht?“, „Wo bin ich verletzt?“, „Wann sollte ich noch einmal atmen?“, „Falle ich?“, „Wo genau befinden sich meine Gliedmaßen im Verhältnis zu meinem Rumpf?“, „Sind die Lebewesen um mich herum zufrieden oder ängstlich?“, „Wäre es wirklich eine gute Idee, mit *ihm* Sex zu haben?“.

Wie wir noch herausfinden werden, gibt es für all diese Fragen mindestens einen biologischen Weg zu einer Antwort: einen Sinn. Als diese neuen Sinne in den Vorfahren auftauchten, erwiesen sie sich als so wertvoll, dass sie bestehen blieben; bis in die heutige Zeit wurden sie sogar noch verfeinert und erweitert. Daher können auch Sie wie eine gallertige Qualle, die durch den tiefen Ozean treibt<sup>6</sup>, oder ein Rosenbusch<sup>7</sup>, die Schwerkraft spüren, und wie

ein Erdmännchen im offenen Gelände der Kalahari können auch Sie das Schallwellensignal eines Alarmschreies wahrnehmen.

Um zu verstehen, was ein Sinn wirklich ist und wie viele davon wir haben könnten, ist es hilfreich, die Wahrnehmung in ihre Stufen zu zerlegen. Zunächst benötigen Sie – wie jede andere Spezies auch – einen Sensor, der durch eine spezifische Veränderung erregt wird. Wenn Sie zum Beispiel in einer bewölkten Nacht kurz vor der Morgendämmerung nach draußen gehen würden, würden beim Auftreffen der allerersten Photonen Moleküle in einigen der etwa 100 Mio. Stäbchen in Ihrer Netzhaut ihre Form verändern. Ihre Stäbchen sind in der Tat außergewöhnliche Lichtsensoren.<sup>8</sup>

Diese Veränderung muss nun in der Lage sein, eine Reaktion auszulösen. Für uns Menschen bedeutet das in der Regel, dass vom Sensor wahrgenommene Reize das zentrale Nervensystem, in den meisten Fällen das Gehirn, erreichen. Um beim Beispiel des Stäbchens zu bleiben, bewirkt eine Strukturveränderung im Molekül, dass Signale entlang assoziierter Neuronen durch den Sehnerv direkt zu Ihrem Gehirn rasen.

Dieser Prozess des Empfangens und Verarbeitens eines eingehenden sensorischen Signals könnte dann zu einer bewussten Wahrnehmung führen. Stellen Sie sich nun aber vor, Sie wären nicht nachts, sondern an einem sonnigen Nachmittag nach draußen gegangen. Sie könnten ebenfalls eine Amsel auf einem Ast bemerken oder spüren, wie eine sanfte Brise über Ihren Arm streicht. Die sensorische Wahrnehmung hat nicht zwingend eine bewusste Komponente. Es ist durchaus möglich, etwas zu spüren – eine wichtige Veränderung zu registrieren und sogar eine Reaktion darauf zu zeigen – ohne sich dessen bewusst zu werden. Tatsächlich werden wir entdecken, dass einige der faszinierendsten und am stärksten bewusstseinsverändernden Wirkungen unserer Sinne entweder jenseits unseres Bewusstseins oder als leises Hintergrundrauschen – schwer zu fokussieren und leicht zu übersehen – Einfluss nehmen, aber dennoch unsere Welt verändern.

Für Aristoteles war der mit einem Sinn verbundene, bewusste Gefühlszustand von Bedeutung. Sehen, Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen beinhalten allesamt stark unterschiedliche Arten von bewussten Wahrnehmungen. Dies ist ein Grund dafür, warum sein Modell so lange Bestand hatte. Sicher, ein Vierjähriger könnte sagen, ich weiß genau wie es ist, zu *sehen* wie mein Bruder zuckt, wenn ich ihn kneife, und das ist natürlich anders als zu *hören* wie er kreischt. Und noch ein weiterer Fakt zu Aristoteles' fünf Sinnen: Die zugehörigen Organe stechen buchstäblich hervor. Dasselbe vierjährige Kind kann das Sehen leicht mit seinen Augen, das Hören mit seinen Ohren usw. in Verbindung bringen. Dadurch ist es auch so einfach zu lehren, dass wir fünf Sinne haben – wodurch es allerdings nicht korrekt wird.

Ein weiterer Grund, warum Aristoteles' Modell trotz aller Beweise dagegen Bestand hat, ist, dass wir in unserem westlichen Kulturkreis die Sichtweise anderer Kulturen auf die menschliche Wahrnehmung ignoriert haben. Für die Anlo-Ewe in Südostghana zum Beispiel sind die Vorstellungen von *azolizozo* (Kinästhesie, ein Bewegungssinn, der auf der Wahrnehmung der Position der Gliedmaßen basiert) und *agbagbaɔɔɔ* (ein vestibulärer Sinn, der mit dem Gleichgewicht zu tun hat) genauso Teil ihres alltäglichen Verständnisses der Sinne wie Sehen oder Hören.<sup>9</sup>

Wenn Aristoteles' Modell so offensichtlich falsch ist, dann fragen Sie sich vielleicht, warum Wissenschaftler uns nicht sagen, wie viele Sinne wir *tatsächlich* haben. Der Grund ist eigentlich ziemlich trivial: Philosophen und Wissenschaftler streiten immer noch darüber, wie man „einen“ Sinn definiert. Leider gibt es keine eindeutige, logisch rationale Beschreibung unserer individuellen Sinne. Dadurch war und ist es für das neue Modell sehr schwer, das alte zu verdrängen und seinen Platz einzunehmen. Das soll jedoch nicht die fortgesetzte Verbreitung einer Fehlinterpretation entschuldigen, wobei „Fehlinterpretation“ eine viel zu milde Formulierung ist. Sie ist so falsch, wie die Erde eine Scheibe ist.

Es ist also höchste Zeit, die akademischen Dispute beiseite zu legen, zugunsten einer wissenschaftlich fundierten Sicht auf die tatsächliche Anzahl unserer Sinne. Und es gibt viele Gründe, warum das für uns alle von Bedeutung ist – und warum es gerade jetzt geschehen muss.

Um zu wissen, was Menschsein bedeutet, reicht es zu wissen, was wir wahrnehmen können. Wir sind zu Recht stolz auf unsere Denkfähigkeit. Aber die Hauptfunktion unseres beeindruckenden menschlichen Gehirns besteht darin, sensorische Informationen zu empfangen, zu integrieren, zu interpretieren und dann darauf zu reagieren.<sup>10</sup> Und obwohl dieser gesamte Vorgang nicht unbedingt in eine bewusste Wahrnehmung mündet, spricht einiges dafür, dass sich das Bewusstsein entwickelt hat, *weil* es diesem Prozess zugeute kommen kann.

Wenn wir unsere Sinne nicht verstehen, verstehen wir auch nicht die grundlegende Art und Weise, wie wir auf unsere äußere und innere Welt reagieren. Die sensorische Wahrnehmung hat sich sehr lange vor dem Denken entwickelt. Wir nehmen immer noch zuerst wahr und denken dann nach. Und das sagt viel über unsere Vorlieben aus – sogar, warum uns sensorische Metaphern so stark ansprechen. In der Tat könnte man einen Menschen als reizbar und unzugänglich beschreiben, aber wie viel direkter und treffender wäre es, ihn als „Kratzbürste“ zu bezeichnen? Ebenso könnten Sie erklären, dass die mitfühlenden Worte eines Freundes Ihnen wirklich viel bedeutet hat, aber das ist einfach nicht dasselbe, als wenn Sie mitteilen, dass die Nachricht Sie tief „berührt“ hat.

Tatsache ist, dass unsere zahlreichen Sinne die Basis für unsere geistigen und körperlichen Erfahrungen sind. Sie ermöglichen es uns, aus dem Bett zu steigen und eine Treppe hinunterzugehen. Durch sie können wir Freunde erkennen, Gefahren vermeiden, essen, was wir mögen und brauchen, und nicht essen, was wir nicht mögen und uns nicht gut tut. Mit ihrer Hilfe können wir ein Buch ergreifen – oder eine Gelegenheit – und uns in einer Stadt zurechtfinden. Wir können uns gruseln, aber auch lieben, und wir können spüren, dass wir uns im *Inneren* eines Körpers befinden. Wir fühlen sogar unser eigenes Selbstsein, unser Ich.

Dieses Buch wird Sie auf eine Reise durch all unsere Sinne mitnehmen und Sie werden Überraschendes darüber erfahren, was sie alles für uns tun. Sie werden nachvollziehen können, dass keiner von uns die Welt auf dieselbe Weise wahrnimmt und dass diese Unterschiede unsere Vorlieben und Persönlichkeiten, Beziehungen, Gesundheit und unseren beruflichen Werdegang prägen können.

In einigen Fällen sind die Unterschiede extrem, mit entsprechenden Auswirkungen. Stellen Sie sich vor, Sie wüssten nichts über Ihre körperliche Verfassung und seien nicht in der Lage, Liebe oder Freude zu empfinden, oder Sie wären in der Lage, bei jemand anderem eine Parkinson-Erkrankung zu riechen, noch bevor Symptome auftreten. Stellen Sie sich vor, sich stundenlang drehen zu können, ohne dass Ihnen schwindelig wird, oder den Schmerz eines anderen so stark zu fühlen, als sei es Ihr eigener. Stellen Sie sich vor, so sehr im Einklang mit Ihrem Körper zu sein, dass Sie die Hauptrolle in einem Ballett tanzen könnten – ohne sehen zu können –, oder Sie sähen einem Freund zu, wie er „Yesterday“ auf einer Gitarre spielt, und Sie spielten es sofort nach, obwohl Sie das Lied zum ersten Mal gehört haben.

Für manche Menschen ist das die Realität. Aber auch für den Rest von uns ist klar, dass unsere Sinne uns nicht nur informieren, sie *formen* uns. Als Wissenschaftsjournalistin, die in den letzten 25 Jahren oft über Psychologie geschrieben hat, bin ich immer wieder zu den Sinnen zurückgekehrt. Es ist die neue Forschung, die zeigt, wie unser Verhalten, unsere Beziehungen, unsere Gedanken und Überzeugungen von unseren sinnlichen Erfahrungen beeinflusst und sogar gelenkt werden, und die mich sehr fasziniert.

Aristoteles konnte nicht anders, als eine Geschichte über die Sinne zu erzählen, die seiner Zeit angemessen war. Die wahre Geschichte ist viel größer und kühner, mit atemberaubenden Wendungen und surrealen Überraschungen. Und sie ist eine Geschichte, die *jetzt* erzählt werden muss, unter anderem, weil unsere Sinne bedroht sind.

Die Entdeckung unseres bemerkenswerten sensorischen Repertoires ist fast so, als würde man von einem Gezeitentümpel in ein Korallenriff hüpfen, um

dann festzustellen, dass das Riff bereits gebleicht ist. Die meisten von uns leben in einer Welt, die sich radikal von der unterscheidet, in der sich unsere Sinne entwickelt haben. Das moderne Leben stellt uns vor beispiellose Herausforderungen. Ihre Fähigkeiten zu sehen, zu hören und zu riechen werden beeinträchtigt. Aber auch „neue“ Sinne, auf die wir uns jeden Tag verlassen, werden in Mitleidenschaft gezogen; bevor sie überhaupt ins Rampenlicht haben kriechen können, verblassen sie – mit potenziell verheerenden Auswirkungen auf unsere körperliche und geistige Gesundheit.

Die gute Nachricht ist, dass es eine Fülle von Beweisen dafür gibt, dass wir unsere Sinne nicht nur bis zu einem gewissen Grad schützen, sondern auch trainieren und verbessern können. Und wir können einen Sinn schärfen, ohne von seiner Existenz zu wissen; Babys und Kleinkinder tun das die ganze Zeit. Für Sie als Erwachsenen ist es jedoch unbestreitbar hilfreich, nicht nur zu wissen, was Sie für eine bessere Performance tun müssen, sondern auch, wie flexibel diese Sinne sind. Bis zu einem gewissen Grad haben Sie die Kontrolle über Ihr eigenes sensorisches Schicksal – und ich werde in diesem Buch, wo immer es möglich ist, erläutern, wie Sie das Zepter in die Hand nehmen und so praktisch jeden Aspekt Ihres Lebens beeinflussen können. Wir werden entdecken, wie Sie Ihr Sexualleben und Ihre sportlichen Fähigkeiten, Ihre Entscheidungsfindung und Ihr emotionales Wohlbefinden, Ihre Essgewohnheiten und Ihre Beziehungen (und ja, die Liste ist noch viel länger ...) verbessern können, indem Sie lernen, Ihre zahlreichen Sinne richtig „einzustellen“ und zu schärfen.

Der erste Schritt ist eine Bestandsaufnahme. Deshalb habe ich unten eine Liste erstellt. Einige Punkte sehen vielleicht nicht nach viel aus, aber ich habe, so hoffe ich jedenfalls, bereits eindringlich genug darauf hingewiesen, dass bei unseren Sinnen der Schein oft sehr trügerisch sein kann.

### **Die Sinne des Menschen**

In der Populärkultur sieht jemand mit einem „sechsten Sinn“ tote Menschen oder hat eine andere übernatürliche Wahrnehmung der Welt. Um über die dokumentierten menschlichen Sinne hinauszugehen, wäre es genauer, wenn auch alliterativ eher weniger prägnant, von einem „geheimnisvollen“ 33. Sinn zu sprechen ...

### **Sehen**

1. Sehen, dank Stäbchen und auch Zapfen, wobei Letztere die Farbwahrnehmungen ermöglichen
2. Licht wahrnehmen, um die Tageszeit festzustellen: Wenn all Ihre Stäbchen und Zapfen plötzlich entfernt würden, würden Sie wegen dieses un-

abhängigen Sinnessystems immer noch Licht wahrnehmen, aber Sie würden nichts sehen. Und auch wenn Sie dann nichts sehen, wird diese Fähigkeit hier an dieser Stelle unter „Sehen“ genannt.

### **Hören**

3. Hören, dank der Detektion von Schallwellen durch die Cochlea im Innenohr

### **Riechen**

4. Riechen, für das wir eine riesige Anzahl verschiedener Rezeptoren haben, die zusammen ein einziges System zur Wahrnehmung von „riechenden“ chemischen Verbindungen bilden (ich weiß, das klingt wie ein Zirkelschluss, doch sollte in Kap. 3 klar werden, was gemeint ist)

### **Schmecken**

Da wir fünf verschiedene Arten von Rezeptoren haben, die fünf grundlegend verschiedene Gruppen von chemischen Verbindungen erkennen, welche wiederum unsere Fähigkeit zu überleben und zu gedeihen beeinflussen, und weil sich diese Rezeptoren nicht nur im Mund befinden und nicht nur zur Wahrnehmung von Speisen und Getränken dienen, ist Aristoteles' „Schmecken“ besser als fünf verwandte Sinne statt nur als ein einziger Sinn zu betrachten. Für den Moment ist es am einfachsten, sie nach den Geschmackswahrnehmungen zu unterscheiden, die sie typischerweise erzeugen. Diese sind:

5. salzig
6. süß
7. bitter
8. sauer
9. umami (herzhaft)

### **Tasten**

Der Tastsinn ist unser „Kontaktsinn“. Dahinter verbirgt sich eine Gruppe von drei Sinnen, von denen jeder seine eigenen Sensoren hat und verschiedene Reaktionen hervorruft. Diese sind:

10. Druck
11. Vibration
12. Sanfter, sich langsam bewegender Kontakt (Berührung; die Art von Kontakt, die von einer anderen Person ausgeht)

### **Juckreiz (Prurizeption)**

13. Juckreiz ist nicht Berührung und es ist kein Schmerz – es ist Juckreiz, oder Prurizeption, wie es richtig heißt

### **Schmerz (Nozizeption)**

Wir neigen dazu, Schmerz als *einen* Sinn zu betrachten, aber wir sind in der Lage, drei verschiedene Arten von physischen oder potenziellen Schäden zu registrieren, von denen jede unterschiedliche Schmerzwahrnehmungen erzeugen kann:

14. Gefährliche Temperaturen
15. Gefährliche Chemikalien
16. Mechanische Schäden (durch Kneifen, Reißen, Schneiden, Schlitzen)

Wie in Kap. 10 erläutert wird, gibt es aber viel mehr Auslöser für Schmerz, als nur diese drei.

### **Temperatur (Thermozeption)**

17. Kälte
18. Wärme

Warum haben wir nicht einfach einen einzigen „Temperatursinn“? Die Antwort ist, dass wir unterschiedliche Rezeptoren für Wärme und Kälte haben, aber auch, weil die von ihnen generierten Signale zu unterschiedlichen Reaktionen führen. Diese können physisch sein (wenn Sie sich zu warm fühlen, könnten Sie zum Beispiel einen Pullover ausziehen) oder psychologisch (mehr dazu in Kap. 9).

### **Tiefensensibilität (Propriozeption)**

19. Die Tiefensensibilität, für die wir drei Klassen von Rezeptoren haben, ist unser wesentlicher, intuitiver Sinn für die Position der Gliedmaßen oder wo sich unsere verschiedenen Körperteile im Raum befinden. Eine Treppe hinuntersteigen, aus einem Champagnerglas trinken, Tennis spielen, mit verbundenen Augen über ein Seil laufen ... der Versuch, irgendetwas davon ohne diesen Sinn zu tun, könnte tödlich sein.

### **Sinne für Orientierung, Navigation und Gleichgewicht (die vestibulären Sinne)**

20. Kopfdrehung in drei Dimensionen
21. Vertikale Bewegung (wie in einem Aufzug) und Schwerkraft
22. Horizontale Bewegung (wie in einem Auto)

Wenn diese drei ein wenig langweilig klingen, dann nur, weil sie hoffnungslos unterschätzt werden. Stören Sie sie, da riskieren Sie nicht nur, im Kreis zu laufen, was tödlich enden kann, wie bei den verzweifelten Teenagern in „The Blair Witch Project“, sondern Sie könnten sich auch in einer außerkörperlichen Erfahrung wiederfinden. Wirbelnde Derwische zielen nicht umsonst auf ihr Gleichgewichtsorgan ab (Kap. 7).

### **Innenwahrnehmung (Interozeption)**

Einige dieser Sinne sind nicht nur für unsere Fähigkeit zu überleben wesentlich, sondern auch, um Emotionen zu fühlen (wie Kap. 14 zeigt).

23. Herzschlag
24. Blutdruck
25. Kohlendioxidgehalt des Bluts
26. Sauerstoffgehalt des Bluts
27. Lungendehnung
28. pH-Wert der Zerebrospinalflüssigkeit

### **Bauchgefühle: Hunger und Durst – und Ausscheidung**

29. Osmotischer Druck des Blutplasmas (ein Indikator dafür, wie viel kostbares Wasser in Ihrem Körper ist)
30. Magenfülle
31. Blasenfülle
32. Füllungszustand des Rektums

Zweiunddreißig Sinne ... ausgehend von fünf Sinnen ist das ein großer Sprung. Aber jeder dieser Sinne hat seinen eigenen, entscheidenden Einfluss auf unser Leben, und – ich hoffe Sie werden mir da zustimmen – seine eigene, außergewöhnliche Geschichte.

# Inhaltsverzeichnis

## Teil I Aristoteles' fünf Sinne

|                    |            |
|--------------------|------------|
| <b>1 Sehen</b>     | <b>3</b>   |
| <b>2 Hören</b>     | <b>35</b>  |
| <b>3 Riechen</b>   | <b>61</b>  |
| <b>4 Schmecken</b> | <b>89</b>  |
| <b>5 Tasten</b>    | <b>111</b> |

## Teil II Die „neuen“ Sinne

|  |            |
|--|------------|
| <b>6 Tiefensensibilität</b>                          | <b>127</b> |
| <b>7 Schwerkraft und Bewegung des ganzen Körpers</b> | <b>145</b> |
| <b>8 Innenwahrnehmung</b>                            | <b>159</b> |

**XXII Inhaltsverzeichnis**

|  |                               |     |
|--|-------------------------------|-----|
| <b>9</b>   | <b>Temperatur</b>             | 173 |
| <b>10</b>  | <b>Schmerz</b>                | 191 |
| <b>11</b>  | <b>Bauchgefühle</b>           | 207 |
| <br>   |                               |     |
| <b>Teil III Eine Symphonie der Sinneswahrnehmungen</b> |                               |     |
| <b>12</b>  | <b>Orientierungssinn</b>      | 223 |
| <b>13</b>  | <b>Die Geschlechterlücke</b>  | 241 |
| <b>14</b>  | <b>Emotionen wahrnehmen</b>   | 251 |
| <b>15</b>  | <b>Empfindsam sein</b>        | 277 |
| <b>16</b>  | <b>Ein Gefühl des Wandels</b> | 303 |
| <br>   |                               |     |
|  | <b>Anmerkungen</b>            | 313 |

# Teil I

**Aristoteles' fünf Sinne**



# 1

## Sehen

### Unser dominanter – aber fehlbarer – Sinn

„Alle Menschen streben von Natur aus nach Wissen. Ein Hinweis darauf ist die Freude, die wir an unseren Sinneswahrnehmungen haben; denn diese werden, auch ohne einen Nutzen, an sich geliebt; und vor allen anderen das Sehen (Aristoteles, „Metaphysik“, Buch I).“

Für Menschen wie auch für andere Primaten wurde das Sehen lange als dominanter Sinn angesehen. Es lässt uns mit einem Blick sofort begreifen, wo wir sind und was auf uns zukommt – Gutes wie auch Schlechtes. In gewisser Weise fungiert es als eine Art „langer Arm“, der es uns ermöglicht, unsere Umgebung zu untersuchen, aber aus sicherer Entfernung.

Die Wahrnehmung von Licht, die Grundlage des Sehens, ist ein stammesgeschichtlich sehr ursprünglicher Sinn; die meisten lebenden Organismen besitzen ihn. Eine Eiche im Park hat ihn und einfache photosynthetisch aktive Bakterien in einem Teich haben ihn ebenfalls. Seit ihrer Entstehung vor etwa 3,5 Mrd. Jahren nutzen Cyanobakterien (die Sie vielleicht als Blaualgen kennen) Licht zur Energiegewinnung.

Ein Weg, über den heute vorkommende Cyanobakterien die Quelle für das von ihnen benötigte Licht lokalisieren, wurde erst 2016 durch eine zufällige Entdeckung an der Bakteriengattung *Synechocystis* aufgeklärt. Als Conrad Mullineaux an der Queen Mary University of London und sein Team eine Gruppe von *Synechocystis*-Bakterien unter einem Mikroskop belichteten, bemerkten sie in den vom Licht abgewandten Bereichen der Zellmembranen abgegrenzte, helle Flecken. Weitere Experimente bestätigten, dass die gesamte Zelle in etwa wie ein Augapfel funktioniert. Und hat *Synechocystis* die Rich-

tung der Lichtquelle herausgefunden, kann das Bakterium darauf zu schwimmen, indem es winzige, berührungsempfindliche Haare auf der Außenseite seiner Zellmembran bewegt.<sup>1</sup>

Für ursprüngliche und auch heutige Cyanobakterien geht es bei der Wahrnehmung von Licht darum, Energie für das eigene Überleben zu sichern. Als Sinn hat sich diese Fähigkeit als so vorteilhaft erwiesen, dass etwa 96 % der Tierarten irgendeine Form davon haben. Die ältesten bekannten Fossilien eines echten Auges datieren auf etwa 520 Mio. Jahre und Verbesserungen der visuellen Fähigkeiten wurden, als eine Art Wettrüsten, sogar als Treiber der kambrischen Explosion vorgeschlagen, die vor etwa 550 Mio. Jahren stattfand und während der alle heute existierenden Haupttiergruppen auf der Bühne des Lebens erschienen.

Entwicklungen im Auge, dem Sehorgan, hätten unseren wasserwohnenden Vorfahren geholfen, Nahrung und einander besser zu erkennen und ihren Fressfeinden zu entkommen. Nicht zuletzt hätte ein verbesserter Sehsinn sie buchstäblich in eine neue Zukunft für sich selbst blicken lassen – und zwar auf das Land.

Was genau unsere Wirbeltiervorfahren dazu bewog, vor etwa 385 Mio. Jahren den bedeutenden Schritt an Land zu machen, wird noch diskutiert. Aber 2017, nach einer detaillierten Studie von Fossilfunden, berichtete ein Team von Biologen und Ingenieuren, dass es kurz vor diesem Übergang einen massiven Anstieg der visuellen Fähigkeiten der Wirbeltiere gab. Kurz vor dem Landgang verdreifachte sich die Größe der Augen nahezu und sie wanderten von der Seite des Kopfs nach oben. Dies könnte es zumindest theoretisch viel einfacher gemacht haben, über die Wasseroberfläche zu spähen – und eine ganz neue Welt zu erblicken. Vielleicht, so das Forscherteam, war es der Anblick der Nahrungsfülle an Land – Tausendfüßer, Hundertfüßer, Spinnen und mehr –, der die Evolution dazu brachte, aus Flossen Gliedmaßen zu entwickeln.<sup>2</sup>

Jahrmillionen später könnten relativ geringe Variationen in der Evolution des Sehens dazu beitragen, einen weiteren riesigen Schritt zu erklären: das Überleben unserer Art als letzter Vertreter der Hominini. Der letzte gemeinsame Vorfahre des *Homo sapiens* und unserer Schwesterart, des Neandertalers, lebte vor etwa 500.000 Jahren. Was danach genau passierte ist unklar, da eine Flut von jüngsten Fossilienfunden das vermeintlich stimmige Bild der Evolution des Menschen wieder ins Wanken gebracht hat. Jedenfalls entwickelten sich vor etwa 430.000 Jahren die Neandertaler in Europa und erweiterten ihr Siedlungsgebiet bis nach Asien. Vor etwa 300.000 Jahren tauchte dann der *H. sapiens* in Afrika auf. Etwa vor 50.000 bis 60.000 Jahren vermischten sich im Nahen Osten dann Gruppen des *H. sapiens* mit Neandertalern. Gruppen dieser modernen Menschen kamen vor etwa 45.000 Jahren

in Europa an, wo sie, wie DNA-Analysen zeigen, zumindest ein wenig Sex mit Neandertalern nicht abgeneigt waren. Die Neandertaler selbst starben als Art allerdings nur 5000 Jahre später aus.

Schädeluntersuchungen haben ergeben, dass unsere Gehirne und die der Neandertaler etwa gleich groß waren. Die Neandertaler waren jedoch von großer, kräftiger Statur, sie besaßen größere Augenhöhlen und vermutlich auch größere Augen. Warum aber waren sie es, die ausstarben, und nicht unsere körperlich und visuell unterlegenen Vorfahren?

Neandertaler hatten wahrscheinlich größere Augen, weil sie sich in höheren Breitengraden entwickelt haben, wo die Lichtstärke geringer ist. Um gut sehen zu können, besonders in der Abenddämmerung und bei Sonnenaufgang, benötigten sie größere Augen als unsere afrikanischen *H. sapiens*-Vorfahren. Ihre massigeren Körper waren wahrscheinlich ebenfalls eine Anpassung – in diesem Fall an die Kälte. Was jedoch auf den ersten Blick ein Vorteil zu sein scheint, hatte versteckte Kosten. Das Forscherteam aus Oxford nimmt an, dass beim Neandertaler ein größerer Anteil der Gehirnkapazität auf das Sehen und die Körperkontrolle verwendet werden musste, als es bei uns, dem modernen Menschen, der Fall war. Dies, so argumentieren die Wissenschaftler, bedeutete relativ weniger Gehirnraum für kognitive Funktionen – für das Denken und die Vernunft, für das Aufbauen und Aufrechterhalten komplexer sozialer Beziehungen und für Innovationen.<sup>3</sup>

Der einwandernde *H. sapiens* konnte vielleicht nicht so scharf sehen, aber dieser Nachteil wurde, so die Theorie, durch seine zusätzlichen kognitiven Fähigkeiten mehr als ausgeglichen. Letztendlich dürfte es für die großäugigen (und massigen) Neandertaler schwerer gewesen sein, mit ihrer rauen eurasischen Umgebung zurechtzukommen, als für den *H. sapiens*, was uns ermöglichte, die Neandertaler zu überholen. Ihr evolutionäres Ende war also in Sicht.

Obwohl es andere Theorien gibt, warum der *H. sapiens* Oberhand gewann, scheint es sicher, dass die Welt für den Neandertaler ein wenig anders aussah als für uns. Aber die Welt sieht auch für Sie anders aus als für mich – und vielleicht sogar deutlich anders.

Die Grundlagen für das Sehen werden früh in der Schwangerschaft gelegt.<sup>4</sup> Damit sich die Fähigkeit zu sehen vollständig entwickeln kann, braucht ein Baby Übung.<sup>5</sup> Die Sehschärfe eines Neugeborenen liegt nur bei etwa fünf Prozent von der eines Erwachsenen und es kann nicht viel weiter als etwa 30 cm sehen (das ist etwa die Entfernung bis zum Gesicht der Eltern, wenn es auf dem Arm gehalten wird). Es kann jedoch zwischen sehr dunklen und hellen Schattierungen unterscheiden und intensiv rote Flecken erkennen. Mit etwa zwei Monaten kann ein Baby ein lebhaftes Grün von einem leuchtenden Rot unterscheiden und ein paar Wochen später auch intensives Blau von Rot.<sup>6</sup>

Rot, Grün und Blau sind einige der ersten Farben, die ein Baby lernt zu sehen, denn neben den Stäbchen, die das Sehen bei schwachem Licht ermöglichen, enthält unsere Netzhaut drei Typen von Zapfen. Millionen dieser Zapfen sind in der Fovea (gelber Fleck) im Zentrum der Netzhaut lokalisiert.

Blau-Zapfen enthalten eine Art von Opsin (ein lichtempfindliches Protein), das am besten Licht im blau/violetten, kurzwelligen Teil des sichtbaren Spektrums absorbiert. Das Opsin in Grün-Zapfen reagiert am stärksten auf mittelwelliges, grünes Licht, während das Opsin in Rot-Zapfen am empfindlichsten ist für Licht im hellgrün/gelb/orangefarbenen Teil des Spektrums, allerdings detektiert dieser Zapfentyp auch viel längere Wellenlängen des Lichts, die wir als Rot sehen.

Es wird angenommen, dass unser blauempfindliches Opsin seinen Ursprung als Detektor für ultraviolettes Licht nahm und erst zu einem frühen Zeitpunkt in der Säugetierevolution seine Funktion wechselte. Dieser Wechsel war jedoch nicht vollständig, denn obwohl wir normalerweise kein UV-Licht sehen können, ist unser Blau-Opsin immer noch empfindlich dafür.<sup>7</sup> Hornhaut und Linse absorbieren seine Wellenlängen, bevor sie die Netzhaut erreichen, doch berichten Menschen, deren Linsen im Zuge einer Kataraktoperation entfernt wurden, manchmal davon, dass sie Muster auf Blüten sehen und Objekte, die zuvor schwarz erschienen, nun einen violetten Schimmer haben. Ja es wurde sogar spekuliert, dass dies der Grund sei, warum die späteren Gemälde von Claude Monet, dessen Grauer Star an seinem linken Auge im Alter von 82 Jahren operiert wurde, voller Violett und Blau sind.

Bis vor etwa 30 bis 45 Mio. Jahren besaßen unsere Vorfahrenspezies nur Rot- und Blau-Opsine. Dann wurde das Gen für rotes Opsin dupliziert und durch Mutationen wurde das Opsin empfindlich für „grüne“ Wellenlängen. Doch wodurch wurde diese Entwicklung angetrieben? Einige Forscher gehen davon aus, dass das neue Opsin dabei half, rötliche, also reife und nahrhafte Früchte vor grünen Blättern zu erkennen. Aber was auch immer dazu geführt hat, die Veränderung hatte gewaltige Auswirkungen, da sie die Anzahl der unterschiedlichen Farben, die wahrgenommen werden konnten, von etwa 10.000 auf nahezu eine Million erhöhte. Dank der Muster von Signalen aus allen drei Zapfentypen können Sie eine erstaunliche Palette von Farbnuancen unterscheiden, von blassem Elfenbein über Magenta bis hin zu Tiefschwarz.<sup>8</sup>

Wir besitzen drei Arten von Zapfen, daher werden wir Menschen als trichromatisch bezeichnet. Nun, die meisten von uns sind es jedenfalls – Farbfehlsichtigkeiten, die durch ein fehlerhaftes Opsin-Gen verursacht werden, sind relativ häufig.<sup>9</sup> Eine vollständige Farbenblindheit ist zwar selten, eine Rot-Grün-Sehschwäche betrifft jedoch etwa einen von zwölf Männern und eine von 200 Frauen mit nordeuropäischer Abstammung. (In den meisten anderen untersuchten Bevölkerungsgruppen ist sie weniger verbreitet.) Eine Rot-

Grün-Sehschwäche bedeutet, dass Rot- und Grüntöne schlechter unterschieden werden können. Dies bestätigt auch Mark Zuckerberg, der Gründer von Facebook. Er hat als Firmenfarbe seines Unternehmens Blau gewählt, da das die Farbe ist, die er mit seiner Rot-Grün-Blindheit am lebhaftesten sieht.<sup>10</sup>

Obwohl niemand mit normalem Sehvermögen genau wissen kann, wie jemand ohne Rot-Zapfen die Welt sieht, nimmt man an, dass die Welt in Blau über Weiß bis Gelb getaucht sein muss, ohne Rot- oder Grüntöne. Menschen ohne das Gen für Grün-Opsin haben vermutlich eine ähnliche visuelle Wahrnehmung, obwohl rote Objekte für sie heller aussehen dürften.

Eine der frühesten bekannten Aufzeichnungen zu irgendeiner Art von Farbsehstörungen stammt aus einem Vortrag des britischen Chemikers John Dalton im Jahr 1794. „Ich habe eine Person mehrfach ernsthaft gefragt, ob eine Blume blau oder rosa ist, doch hat man das in der Regel für einen Scherz gehalten“, erzählte Dalton seinen Zuhörern. Er vermutete, dass der Glaskörper – die Flüssigkeit in seinen Augäpfeln – blau getönt sein könnte. Mit seiner Erlaubnis wurden seine Augen nach seinem Tod aufgeschnitten. Sein Glaskörper wurde als klar befunden. Erst in den 1990er-Jahren wurde seine DNA analysiert und man stellte fest, dass ihm das Gen für Grün-Opsin fehlte.<sup>11</sup>

Ein Mangel an Blau-Zapfen, der Blau-Gelb-Sehprobleme verursacht, ist weniger häufig und betrifft etwa eine von 10.000 Personen. Ihre Welt wird vermutlich in Schattierungen von Rot, Weiß und Grün erscheinen.

Obwohl das Sehen mit drei Zapfentypen, das trichromatische Sehen, Standard ist, gibt es Fälle von Frauen mit einem vierten Zapfentyp.<sup>12</sup> Dies führt nicht unbedingt immer zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen, aber wenn sich der vierte Zapfentyp in seinen Reaktionen auf Licht signifikant von denen der anderen drei Typen unterscheidet, können die Farbwahrnehmungen beeinflusst werden. Gabriele Jordan an der Newcastle University hat zum Beispiel eine Frau mit einem vierten Zapfentyp im langwelligigen Gelb/Orange-Bereich des Spektrums identifiziert und untersucht. Ihr zusätzlicher Gelb-Zapfen führte dazu, dass ihre Fähigkeit, eine Rot/Grün-Mischung von einem reinen Orange zu unterscheiden, in Tests weit überlegen war. Sie konnte Unterschiede in Farbtönen sehen, die für die meisten Menschen einfach unsichtbar sind.<sup>13</sup>

Aber selbst für normalsichtige Menschen sehen nicht alle Farben gleich aus. Eine US-amerikanische Forschergruppe hat eine enorme Variation im Gen für Rot-Opsin gefunden. Als die Forscher dieses Gen bei 236 Menschen aus aller Welt untersuchten, entdeckten sie insgesamt 85 Varianten. Diese Varianten beeinflussen wahrscheinlich die tatsächliche Rot-Orange-Wahrnehmung, was bedeutet, dass derselbe rote Apfel für mich vermutlich ein wenig anders aussieht als für Sie.<sup>14</sup>

Stäbchen für das Sehen bei schwachem Licht und Zapfen für Farben ... Noch vor Kurzem, zu meiner eigenen Studienzeit, war dies die ganze Story zur retinalen Wahrnehmung. Unsere Augen sind zum Sehen da – und es sind die Sensoren, die uns das Sehen ermöglichen.

Dies ist aber, wie sich nun herausstellt, nur die halbe Wahrheit über das Auge.

Zweifellos haben Sie schon von Ihrer inneren Uhr gehört. Tatsächlich ticken in Ihnen mehrere Uhren, die alles, vom Aufwachen bis zur Verdauung, koordinieren. Die Hauptuhr aber befindet sich im Gehirn, im Hypothalamus, einer Region, die für unsere grundlegenden Lebensfunktionen entscheidend ist. Um effizient zu funktionieren, muss diese Uhr wissen, wann der Tag anbricht und es Nacht wird, und sie erhält diese Informationen zwar vom Auge, wie sich herausgestellt hat aber nicht über die Sensorproteine, die uns das Sehen ermöglichen.

Im Jahr 1998 entdeckte der in Deutschland geborene Neurowissenschaftler Ignacio Provencio Melanopsin, ein vollkommen anderes lichtempfindliches Pigment, das in der Haut des Afrikanischen Krallenfroschs vorkommt.<sup>15</sup> Und Provencio konnte das Molekül innerhalb von zwei Jahren nach seiner Entdeckung auch in unserer menschliche Netzhaut nachweisen.

Experimente haben gezeigt, dass Tiere, die keine Stäbchen und Zapfen besitzen und blind sind, mithilfe von Melanopsin in ihrer Netzhaut immer noch Helligkeitsstufen wahrnehmen und diese Informationen zur Kontrolle eines regelmäßigen, biologischen 24-Stunden-Rhythmus verwenden. Diese Kontrolle ist bekanntermaßen nicht nur für den Schlaf wichtig, sondern auch für die körperliche und geistige Gesundheit, wie zum Beispiel Forschungen an Schichtarbeitern gezeigt haben. Eine Mutation in unserem eigenen Gen für Melanopsin wurde sogar mit der Winterdepression (*seasonal affective disorder*, SAD) in Verbindung gebracht;<sup>16</sup> Menschen mit SAD erleben während der dunklen Wintermonate Stimmungstiefs und Depressionen.

Um Ihren Hypothalamus darin zu unterstützen, Beginn und Ende eines Tages zu erkennen, ist es wichtig, Ihre Augen morgens hellem Licht auszusetzen, aber nicht abends. Michael Terman, Leiter des Center for Light Treatment and Biological Rhythms an der Columbia University, hat verschiedene Tipps, um dieses System so gut wie möglich zu fördern. Wenn es Ihnen möglich ist, gehen Sie zu Fuß zur Arbeit, und versuchen Sie, dabei keine Sonnenbrille zu tragen. Für zuhause lautet die Empfehlung, viele helle Lampen zu verwenden, deren Helligkeit sich jedoch mit dem Herannahen des Abends dimmen lässt. Nach Termans Erfahrung kann eine verstärkte Lichtexposition tagsüber helfen, die mittägliche oder frühabendliche Müdigkeit, mit der so

viele von uns kämpfen, zu reduzieren, und zusammen mit niedrigen Intensitäten am Abend auch für besseren Schlaf sorgen.<sup>17</sup> Dies gilt auch für viele blinde Menschen. Und die Entdeckung von Melanopsin führte zu der Empfehlung, keine dunklen Brillen zu tragen.

Das Auge ist also nicht nur ein Organ zum Sehen. Es ist auch ein Organ zur Wahrnehmung einer der wichtigsten Veränderungen in unserer unmittelbaren Umgebung, die wir, zusammen mit einer Vielzahl anderer Organismen, registrieren müssen, um zu überleben und zu wachsen: des Zyklus von Tag und Nacht.

Obwohl das Auge, wie Aristoteles bemerkte, das Sinnesorgan für das Sehen ist, sehen wir nicht in unseren Augen, sondern in unserem Gehirn. Daher sind einige der auffälligsten Unterschiede in der Art und Weise, wie wir Menschen die Welt betrachten, auf Variationen in der Art und Weise zurückzuführen, wie unsere Gehirne visuelle Informationen verarbeiten.

Schauen wir uns diesen Vorgang genauer an. Sie sind gerade aufgewacht, haben die Vorhänge zurückgezogen und Licht flutet Ihr Schlafzimmer. Sobald das Licht Ihre Stäbchen und Zapfen stimuliert, rasen elektrische Signale entlang des Sehnervs zum Gehirn. Die erste Station der Signale ist der Thalamus, eine kleine Struktur, die unmittelbar über dem Hirnstamm sitzt und als unsere sensorische Umschaltstation fungiert. Eine der Hauptaufgaben des Thalamus ist es, eingehende sensorische Informationen (ausgenommen Geruchssignale) für die weitere Verarbeitung an die entsprechenden Teile des Cortex (Großhirnrinde) weiterzuleiten.<sup>18</sup>

Signale von der Netzhaut werden direkt an V1 geschickt – eine dünne Gewebeschicht, die unseren primären visuellen Cortex (auch als primäre Sehirinde bezeichnet) bildet.<sup>19</sup> Verschiedene Populationen von Neuronen innerhalb von V1 reagieren auf unterschiedliche Signale. Einige reagieren beispielsweise auf Kanten oder Linien in einem bestimmten Winkel – die vertikale Kante Ihrer Vorhänge oder der rechte Winkel des Kopfteils Ihres Betts oder des Kleiderschranks. Unter anderem für die Verarbeitung von Farbe, Bewegung, Formen und Gesichtern wird die visuelle Information von V1 aus auch an andere Regionen des visuellen Cortex weitergeleitet.<sup>20</sup>

Nun drehen Sie sich um und stellen fest, dass Ihre Tochter Sie statt Ihres Partners über die Bettdecke hinweg anstrahlt. Dass Sie das Gesicht erkennen liegt daran, dass Ihr fusiformes Gesichtsareal bereits teilweise verarbeitete visuelle Informationen erhalten hat. Dieser kleine Bereich des visuellen Cortex ist für die Gesichtserkennung zuständig. Das Gesicht muss aber nicht unbedingt das eines Menschen sein; der Bereich reagiert auch auf Tiergesichter und sogar Karikaturen.<sup>21</sup> (Einige Tiere wie Hunde haben Regionen, die ebenfalls auf menschliche Gesichter reagieren.<sup>22</sup>)

Menschen, deren Augen perfekt funktionieren, deren visueller Cortex aber aufgrund von Mutationen in bestimmten Genen, Verletzungen oder Krankheiten geschädigt ist, können beispielsweise blind für stationäre Objekte sein, aber Bewegungen wahrnehmen, oder sie sind in der Lage, eine Nase auf einem Foto als Nase zu identifizieren, können jedoch Gesichter nicht erkennen. Aber auch viel weniger drastische Unterschiede in der Art und Weise, wie unsere individuellen Gehirne visuelle Signale verarbeiten, können zu relativ subtilen, aber nicht weniger faszinierenden Abweichungen in unserer buchstäblichen wie auch bildlichen Weltsicht führen.

Für einige von uns erscheinen die Farben von Objekten stets weniger hell – weniger satt – als für andere. Menschen mit einer schweren Depression zählen dazu. Variationen in der Persönlichkeit wurden ebenfalls mit Diskrepanzen im Sehen in Verbindung gebracht. Insbesondere ein sehr offenes Wesen – eine Eigenschaft, die Neugier und Aufgeschlossenheit beinhaltet und am häufigsten mit Kreativität in Verbindung gebracht wird<sup>23</sup> – ist mit einer besonderen Verarbeitung der Bilder, die von jedem den beiden Augen kommen, durch das Gehirn assoziiert. Die Psychologen, die das populäre Fünf-Faktoren-Modell der Persönlichkeit entwickelt haben, welches neben der Offenheit auch Verträglichkeit (im Grunde genommen besagt sie, wie nett Sie sind), Gewissenhaftigkeit, Neurotizismus (emotionale Stabilität ist das Gegenteil von stark ausgeprägtem Neurotizismus) und Extraversion (mit Introversion am anderen Ende des Spektrums) umfasst, schrieben, dass Offenheit mit einer Toleranz gegenüber Ambiguität verbunden ist. Und das scheint bis hinunter zur Ebene der sensorischen Wahrnehmung zu gelten.

Eine Studie zur sogenannten binokularen Rivalität liefert Hinweise darauf. Stellen Sie sich vor, vor Ihr linkes Auge wird ein Kreis, der mit horizontalen roten Streifen gefüllt ist, gehalten, während Ihr rechtes Auge einen Kreis mit vertikalen grünen Streifen sieht. Das Gehirn wechselt typischerweise die Wahrnehmung, unterdrückt erst das eine Bild und dann das andere, sodass Sie einen Wechsel zwischen den beiden wahrnehmen. Gelegentlich kommt es jedoch zu einer mosaikartigen Vermischung der beiden Bilder. Als Anna Antinori an der University of Melbourne dies an einer Gruppe von Studenten, die auch Persönlichkeitstests durchlaufen hatten, untersuchte, fand sie heraus, dass diejenigen, die laut Test ein hohes Maß an Offenheit aufwiesen, viel häufiger ein gemischtes Bild sahen als diejenigen, deren Offenheit niedrig eingestuft wurde. Das Team kam zu dem Schluss, dass offene Menschen die Welt tatsächlich anders sehen.<sup>24</sup>

In dieser Arbeit, die 2017 veröffentlicht wurde, wurden erstmals grundlegende Abweichungen in der visuellen Wahrnehmung mit einem Aspekt der Persönlichkeit verknüpft. Sie konnte Hinweise darauf liefern, dass das Gehirn

offener Menschen ein wenig anders funktioniert: Die neuronalen Prozesse hinter der häufigeren Vermischung der Bilder könnten auch auf irgendeine Weise mit dem außergewöhnlich guten Abschneiden offener Menschen beim divergenten Denken zusammenhängen. Gut darin zu sein und so mehr mögliche Lösungen für ein Problem zu finden, wurde direkt mit Kreativität in Verbindung gebracht.

Es gibt auch andere häufig vorkommende Unterschiede in der Art und Weise, wie wir Menschen sehen. Sie gehen jedoch nicht auf Opsin-Gene, Persönlichkeit oder den sozioökonomischen Status, sondern auf etwas ganz anderes zurück. Forschungen zeigen, dass erstaunlicherweise ganze Gruppen von Menschen die Welt anders sehen können, und zwar nicht wegen ihrer Gene, sondern aufgrund ihrer Kultur. (Unbedingt betont werden muss, dass diese Unterschiede keine Defizite darstellen.)

Debi Roberson, ehemalige Mitarbeiterin eines Reisebüros, hat erst relativ spät im Leben Zugang zur akademischen Welt gefunden. Mit 44 Jahren ließ sie ihre Kinder, die damals im Teenageralter waren, zuhause in Großbritannien zurück, um sich in einer abgelegenen nördlichen Region von Papua-Neuguinea einer anthropologischen Untersuchung zu widmen und die Grundlage für ihre Promotion zu legen. (Und sie insistiert: „Der Grund war nicht, weil ich Teenager zuhause hatte.“) Was sie schließlich entdeckte, sollte das akademische Verständnis darüber, wie wir Farben wahrnehmen, in seinen Grundfesten erschüttern.

Roberson war in der Annahme aufgebrochen, die Daten würden letztlich die vorherrschende Theorie untermauern, dass Menschen aus aller Welt den Farbraum im Grunde auf dieselbe Weise aufteilen. Demnach gibt es eine Reihe von verschiedenen Farbtönen, die ich wie auch jeder andere als „rot“ sehen und kategorisieren würde, und wiederum andere Töne, die wir alle als davon unterschiedlich erkennen, aber miteinander verwandt einordnen würden – als „grün“ zum Beispiel.

Im Englischen gibt es acht Farbgrundwörter (*basic colour terms*) – Wörter die jeder benutzt und leicht versteht: rot, rosa, braun, orange, gelb, grün, blau, lila sowie weiß, schwarz und grau. Roberson wollte die Farbwahrnehmungen bei Menschen mit weniger Farbgrundwörtern untersuchen, wusste aber nicht so recht, wo sie diese Menschen finden würde. In einem Gespräch mit einem Schauspielerpaar, das in ihrer Nähe in Suffolk lebte, erhielt sie jedoch einen Hinweis. Die beiden erzählten ihr, dass sie in den Norden von Papua-Neuguinea gereist waren, um die einheimische Bevölkerung mit kleinen pantomimischen Darbietungen zur Verwendung von Moskitonetzen zu bewegen. Während dieses Aufenthalts war dem Paar aufgefallen, dass sich die Menschen nur selten zu Farben äußerten.