

Satchin Panda

*Im Takt
mit Ihrem
natürlichen
Rhythmus*

DER ZIRKADIAN- CODE

*Erholsam schlafen,
Gewicht reduzieren,
gesund sein*



Satchin Panda

Der Zirkadian-Code



Satchin Panda

Der Zirkadian-Code

Erholsam schlafen,
Gewicht reduzieren,
gesund sein



VAK Verlags GmbH
Kirchzarten bei Freiburg

Titel der amerikanischen Originalausgabe:

The Circadian Code

Copyright © 2018 by Satchin Panda, Ph.D.

ISBN 978-1-63565-243-7

This translation published by arrangement with Rodale Books, an imprint of the Crown Publishing Group, a division of Penguin Random House LLC

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im Text die männliche Form gewählt; alle Angaben beziehen sich selbstverständlich auf Angehörige aller Geschlechter.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

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

VAK Verlags GmbH
Eschbachstraße 5
79199 Kirchzarten
Deutschland
www.vakverlag.de

© VAK Verlags GmbH, Kirchzarten bei Freiburg 2019

Übersetzung: Beate Brandt

Lektorat: Nadine Britsch

Layout: Karl-Heinz Mundinger

Abbildungen: Satchin Panda

Umschlag: Kathrin Steigerwald, Hamburg

Satz & Druck: Friedrich Pustet GmbH & Co. KG, Regensburg

Printed in Germany

ISBN: 978-3-86731-215-8 (Paperback)

ISBN: 978-3-95484-399-2 (ePub)

ISBN: 978-3-95484-400-5 (kindle)

ISBN: 978-3-95484-401-2 (PDF)

Für meine wunderbaren und liebevollen Großeltern:
Banchhanidhi und Urbashi Panda,
Kalpataru und Leelabati Otta

Hinweise des Verlags

Dieses Buch dient der Information über Möglichkeiten der Gesundheitsvorsorge. Wer diese Informationen anwendet, tut dies in eigener Verantwortung. Autor und Verlag beabsichtigen nicht, Diagnosen zu stellen oder Therapieempfehlungen zu geben. Die vorgestellten Vorgehensweisen sind nicht als Ersatz für professionelle Behandlung bei ernsthaften Beschwerden zu verstehen.

Inhalt

Einleitung	9
-------------------------	---

Teil I: Die zirkadiane Uhr

Kapitel 1	
Wir sind alle Schichtarbeiter	24
Kapitel 2	
Wie zirkadiane Rhythmen funktionieren, oder: Timing ist alles	47
Kapitel 3	
Ist Ihre innere Uhr im Takt?	71

Teil II: Leben in Einklang mit dem Zirkadian-Code

Kapitel 4	
Der Zirkadian-Code für optimalen Schlaf	96
Kapitel 5	
Intervallfasten – Stellen Sie Ihre Uhr auf Gewichtsverlust ein	125
Kapitel 6	
Optimales Lernen und Arbeiten	156
Kapitel 7	
Sport treiben im Einklang mit Ihrem Zirkadian-Code	175
Kapitel 8	
Der optimale Umgang mit Licht und Bildschirmen	195

Teil III: Der optimale Zirkadian-Code für Ihre Gesundheit

Kapitel 9

Unsere innere Uhr, das Mikrobiom und Verdauungsprobleme	214
--	-----

Kapitel 10

Der Zirkadian-Code und das metabolische Syndrom: Das hilft bei Übergewicht, Diabetes und Herzkrankheiten	235
---	-----

Kapitel 11

Das Immunsystem stärken und die Behandlung von Krebs	251
---	-----

Kapitel 12

Der Zirkadian-Code für optimale Hirngesundheit	270
---	-----

Kapitel 13

Ihr optimaler Tag – Leben mit dem Zirkadian-Code	288
---	-----

Danksagung	291
-------------------------	-----

Literaturverzeichnis	295
-----------------------------------	-----

Stichwortverzeichnis	314
-----------------------------------	-----

Über den Autor	319
-----------------------------	-----

Einleitung

*Einen Rhythmus zu haben,
im Einklang mit diesem Rhythmus zu leben,
bedeutet gesund zu sein.
Aber nicht jeder Rhythmus ist geeignet.*

Die Theorie, dass Krankheiten durch Keime verursacht werden, und der Fortschritt, der sich daraus in Form von verbesserter Hygiene, Schutzimpfungen und Antibiotika ergab, war in medizinischer Hinsicht die bahnbrechende Entwicklung des vergangenen Jahrhunderts. Infektionskrankheiten konnten eingedämmt werden und die durchschnittliche Lebensdauer stieg stärker als jemals zuvor in der Menschheitsgeschichte. Doch ein längeres Leben bedeutet nicht automatisch ein gesünderes Leben. Tatsächlich verzeichnen wir derzeit einen starken Anstieg an chronischen Erkrankungen sowohl physischer als auch psychischer Natur bei Menschen jedes Alters. Zum Glück beginnen wir, langsam die Ursachen zu erkennen: Unser moderner Lebensstil steht im Gegensatz zu einem tief in uns verwurzelten, ursprünglichen und universellen Code, der für unsere Gesundheit entscheidend ist.

Die Beobachtungen, die meine Kollegen und ich sowie andere Forscher im eher kleinen Feld der zirkadianen Biologie in den vergangenen zwanzig Jahren gemacht haben, werfen einen vollkommen neuen Blick darauf, was Körper und Geist benötigen, um optimal zu funktionieren. Die Untersuchung der zirkadianen Rhythmen ist genau genommen ein interdisziplinäres Feld, auf dem verschiedene Experten – wie Biologen, Sportphysiologen, Mathematiker, Psychologen, Schlafforscher, Ernährungswissenschaftler, Endokrinologen, Ophthalmologen, Genetiker und Onkologen – zusammenarbeiten. Gemeinsam haben wir herausgefunden,

dass veränderte zeitliche Abläufe, zusammen mit weiteren kleineren Anpassungen der Lebensweise, uns dabei helfen können, unseren Rhythmus wiederzufinden. Meiner Ansicht nach wird die nächste große Revolution im Gesundheitswesen auf diesem Gebiet stattfinden. Ich möchte Sie einladen, sich mit dem zu beschäftigen, was ich durch meine eigenen Forschungen und in Zusammenarbeit mit den besten Köpfen aus verschiedenen Disziplinen herausgefunden habe. Ich bezeichne das als *Zirkadian-Code*. Wenn Sie die in diesem Buch enthaltenen Lektionen beherzigen und geringfügige Änderungen an der Art und Weise vornehmen, wie Sie schlafen, essen, arbeiten, Sport treiben und Ihr Haus beleuchten, dann wird dies entscheidende Auswirkungen auf alle möglichen Aspekte Ihrer Gesundheit haben. Wenn Sie diesen Code beherzigen, kann Ihnen das einen wesentlich effektiveren und länger anhaltenden Nutzen bieten als jedes Medikament und jede spezielle Ernährungsweise für sich allein genommen.

Wahrscheinlich haben Sie schon einmal etwas über zirkadiane Rhythmen oder auch Schlaf-Wach-Rhythmen gehört. Im Jahr 2017 wurden Erkenntnisse über unsere innere Uhr und die Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit sogar mit einem Nobelpreis belohnt. Aber selbst wenn Sie noch nie davon gehört haben, ist das nicht weiter tragisch, denn das Konzept ist sehr einfach. Der Begriff *zirkadian* stammt aus dem Lateinischen und setzt sich aus den Worten *circa* („rundherum“ oder „ungefähr“), und *diēm* („Tag“) zusammen. Zirkadiane Rhythmen sind real existierende biologische Prozesse, die jede Pflanze, jedes Tier und jeder Mensch im Verlauf eines Tages durchlebt. Diese Rhythmen werden von inneren zirkadianen oder biologischen Uhren gesteuert, die im Übrigen nichts mit der „tickenden biologischen Uhr“ zu tun haben, die Ihnen vielleicht in Zusammenhang mit einem Kinderwunsch in den Sinn kommt. Wie Sie in diesem Buch erfahren werden, verfügt nahezu jede Zelle über eine innere Uhr und jede dieser Uhren ist darauf programmiert, zu verschiedenen Tages- oder Nachtzeiten Tausende von Genen ein- oder auszuschalten.

Diese Gene beeinflussen jeden Aspekt unserer Gesundheit. Wenn wir gesund sind, können wir beispielsweise nachts gut schlafen. Am Morgen

wachen wir erfrischt und voller Energie auf und sind bereit, uns an die Arbeit zu machen. Unsere Verdauung funktioniert tadellos. Wir verfügen über einen gesunden Appetit und einen klaren Kopf. Am Nachmittag haben wir noch ausreichend Energie zur Verfügung, um uns sportlich zu betätigen. Abends sind wir müde genug, um problemlos einschlafen zu können. Doch wenn diese täglichen Rhythmen beeinträchtigt werden, und sei es nur für einen Tag oder zwei Tage, können unsere inneren Uhren nicht die richtigen Botschaften an die Gene senden. Dann funktionieren Körper und Geist nicht mehr reibungslos. Hält diese Beeinträchtigung mehrere Tage, Wochen oder gar Monate an, werden wir anfällig für verschiedene Infektionskrankheiten oder andere Leiden, die von Schlaflosigkeit bis hin zu Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörungen (ADHS), Depressionen, Angststörungen, Migräne, Diabetes, krankhaftes Übergewicht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Demenz oder sogar Krebs reichen können.

Zum Glück ist es nicht schwer, wieder in den richtigen Rhythmus zu kommen, denn wir können unsere inneren Uhren bereits innerhalb weniger Wochen optimieren. Indem wir unseren zirkadianen Rhythmus wiederherstellen, können wir einige Beschwerden und sogar Krankheiten rückgängig machen oder die Heilung beschleunigen und so unsere Gesundheit verbessern.

Mein Weg: Die Entdeckung der Geheimnisse unserer inneren Uhr

Ich hatte das Glück, im Jahr 1971 in Indien geboren zu werden und dort aufzuwachsen. Ein Glück war das deshalb, weil ich so selbst miterleben konnte, wie eine sich schnell entwickelnde moderne Gesellschaft die Verbundenheit allen Lebens zerstörte, einschließlich unserer eigenen biologischen Rhythmen. In meiner frühen Kindheit lebte ich in einer Kleinstadt, nicht weit entfernt von den Eltern meiner Mutter. Mein Großvater war bei der Eisenbahn tätig und hatte häufig Nachtschichten. An der Pforte des Hauses, in dem meine Großeltern lebten, stand ein riesiger Jasminbaum. Für mich war dieser Baum magisch: Er erblühte

nachts in großer Fülle und verlor seine Blüten kurz vor Sonnenaufgang – ganz so, als wollte er einen wunderschönen Teppich ausbreiten, um meinen Großvater nach seiner Nachtschicht willkommen zu heißen.

Während der Sommer- und Winterferien besuchten wir die Familie meines Vaters, die auf dem Land lebte. Auch wenn die Orte nur rund zwei Stunden Fahrtzeit voneinander entfernt waren, schienen das Schichtarbeiterleben meines Großvaters aus der Stadt und das Leben meines Großvaters väterlicherseits auf dem Land, das im Einklang mit der Natur stattfand, nahezu Jahrhunderte zu trennen. Den größten Teil meiner Kindheit verfügte das Dorf über keine Stromversorgung, sodass das Leben dort sich sehr von meinem Leben zu Hause unterschied. Meine bäuerlichen Verwandten waren praktisch Selbstversorger. Ich kann mich nicht daran erinnern, dass mein Großvater je eine Uhr trug, und doch liefen die täglichen Abläufe mit einer Präzision ab, die in Einklang mit der Sonne und den Sternen war. Im Morgengrauen waren die Hähne der Wecker, der alle aus dem Bett holte. Der gesamte Tag wurde damit zugebracht, sich um die Felder und Tiere zu kümmern und Mahlzeiten zuzubereiten. Wir pflückten Früchte oder Gemüse oder wir halfen meinem Onkel dabei, Fische im Hofteich zu fangen. Die Hauptmahlzeiten fanden morgens und mittags statt, und es waren wahre Festessen aus frischem Gemüse und Fisch. Zu Abend gegessen wurde stets vor Sonnenuntergang und es gab hauptsächlich das, was vom Mittagessen übrig geblieben war, da nichts über Nacht aufbewahrt werden konnte. Die Abende verliefen ebenfalls anders. Das einzige verfügbare Licht stammte von Petroleumlampen. Petroleum war damals sehr teuer und rationiert. Meine Großeltern hatten ein relativ großes Haus mit sechs Schlafzimmern. Die Lampen durften wir nur wenige Stunden am Abend benutzen, abgesehen von zweien, die an beiden Enden der Veranda aufgestellt wurden und die ganze Nacht über brannten. Nach dem Abendessen versammelten sich alle Kinder um eine Laterne und meine Mutter, die Lehrerin war, fragte uns ab. Manchmal kamen auch unsere Tanten dazu und erzählten Geschichten oder mein Onkel nahm uns mit in den Hof, um uns die Mondphasen zu lehren.

Ich erinnere mich daran, dass ich um bestimmtes Obst oder Gemüse bat, das ich zu Hause gerne aß, und merkwürdige Blicke von meinen Cousins

erntete. Für sie war ich der dumme Junge aus der Stadt, der nicht wusste, was zu welcher Jahreszeit wuchs. Sie wiederum wussten nicht, dass mein Vater, der einen College-Abschluss in Landwirtschaft hatte, auf dem Hof meines Großvaters viele besonders ertragreiche Bäume, Pflanzen und Reissorten eingeführt hatte. Einige dieser neuen Reissorten konnten sowohl im Winter als auch im Sommer angebaut werden, so dass ein Stück Land nun den doppelten Ertrag brachte. In diesem Fall schien die Veränderung des natürlichen Laufs der Dinge gar keine so schlechte Idee zu sein.

Als ich in der Mittelschule war, verunglückte mein Vater tödlich. Ein Lkw-Fahrer, der wahrscheinlich übermüdet war, verlor die Kontrolle über sein Fahrzeug. Jahre später lernte ich, dass ein unter Schlafmangel leidendes Gehirn gefährlicher ist als ein alkoholumnebeltes. Aber auch heute noch ist es nicht strafbar, sich nach einer schlaflosen Nacht hinters Steuer zu setzen.

Nach der Highschool besuchte ich, genau wie mein Vater, eine Landwirtschaftsschule. Zur damaligen Zeit war das der sicherste Weg, um einen Posten als Beamter oder Bankangestellter zu bekommen. Wann immer ich meine Großeltern auf dem Land besuchte, zog mein Großvater mich auf und fragte mich, ob ich den Code der Natur knacken könnte, damit er zu jeder Jahreszeit jede beliebige Pflanze anbauen könnte. So entwickelte ich ein Interesse daran, wie alles Leben mit Tages- und Jahreszeiten verbunden ist.

Natürlich besuchte ich auch meinen Großvater mütterlicherseits, der mittlerweile im Ruhestand war. Schon wenige Jahre nach seiner Pensionierung häuften sich die Anzeichen für eine beginnende Demenz. Meine Großmutter sorgte für ihn wie für ein Baby. In meinem letzten Jahr im College besuchte ich ihn nahezu jedes Wochenende. Ich gehörte zu den drei bis vier Menschen, die er noch erkannte. Er verlor jedes Gefühl für Tag und Nacht und war zu beliebigen Zeiten hungrig oder müde oder hellwach. Dadurch wurde mir bewusst, wie wichtig der einfache Code der Zeit in unserem täglichen Leben ist. Kurz nach meinem College-Abschluss verstarb er im Alter von 72 Jahren.

Ich hatte einen guten Abschluss in Pflanzenzucht und Genetik gemacht. Der nächste Schritt hätte normalerweise darin bestanden, auf diesen Gebieten einen Master-Abschluss zu machen, aber ich hatte das Glück, ein Stipendium für einen Master in Molekularbiologie zu ergattern, in Indien auch als *Biotechnologie* bezeichnet. Durch den damals recht neuen Zweig der Molekularbiologie kam ich mit dem genetischen Code in Berührung.

Anschließend fand ich eine Stelle in der Forschungsabteilung von *Bush Boake Allen* (heute *International Flavors and Fragrances*) in Chennai, einem Unternehmen, das Aroma- und Duftstoffe für nahezu alle großen Lebensmittelkonzerne der Welt herstellt. Meine erste Aufgabe dort bestand darin herauszufinden, welche chemischen Komponenten für das Aroma von Vanilleschoten verantwortlich sind. Ich besuchte die Vanille-Farmen in den Nilgiri-Bergen im Süden Indiens. Meine Gastgeber weckten mich um zwei Uhr morgens und wir fuhren hinaus zu den Feldern, wo sie mir zeigten, wie Arbeiter jede einzelne Vanilleblüte von Hand bestäubten, sobald sie sich frühmorgens öffnete. Obwohl die Arbeit gut bezahlt wurde, war es eine Belastung für die Arbeiter, einige Monate lang immer mitten in der Nacht aufstehen zu müssen, und viele waren am Ende der Saison richtiggehend krank. Ich fragte mich, ob ihr Leiden durch etwas auf dem Feld ausgelöst wurde oder ob womöglich der Schlafmangel verantwortlich war. Zu dieser Zeit tauchte das Thema zirkadianer Rhythmen immer häufiger in Fachzeitschriften auf, vor allem als Jeffrey C. Hall, Michael Rosbash und Michael W. Young, die gemeinsam im Jahr 2017 den Nobelpreis für Medizin gewannen, ihre bahnbrechenden Arbeiten veröffentlichten.

Ich verließ Indien, um im kanadischen Winnipeg ein Aufbaustudium zu absolvieren. Das Leben in Kanada stellte mich in vielerlei Hinsicht vor Herausforderungen, nicht zuletzt durch den Temperaturunterschied – von 36 Grad Celsius in Indien auf bis zu minus 18 Grad im kanadischen Winter. Die Winternächte waren zudem sehr lang und mein Gehirn verlor die Orientierung. Lag es am Kulturschock, dem Temperaturunterschied oder dem Lichtmangel? Nahezu die Hälfte meiner Kommilitonen im Fachbereich Immunologie waren ständig niedergeschlagen und viele

bezeichneten dies als „Winterblues“. Die Auswirkungen der langen Nächte in Winnipeg auf meinen zirkadianen Rhythmus und meine Stimmung weckten mein Interesse an diesem Gebiet. Nach nur einem Winter schaffte ich den Sprung nach San Diego. Hier gelang es mir alle Fragen, die mich beschäftigten, und alle Erfahrungen, die ich im Laufe meines Lebens gemacht hatte, auf ein Gebiet zu konzentrieren. Ich begann mit der Erforschung zirkadianer Rhythmen.

In den vergangenen 21 Jahren habe ich mein Leben diesem Forschungsgebiet gewidmet. Als Doktorand am *Scripps Research Institute* im kalifornischen La Jolla erforschte ich, wie Pflanzen Zeit messen – eine besonders spannende Erfahrung, da das Labor zu den Vorreitern auf diesem Gebiet zählte. Hier entdeckten wir, dass sowohl Pflanzen als auch Tiere über sogenannte „Uhren-Gene“ verfügen, und wie diese arbeiten. Jeder Tag war ein Abenteuer – als würde man ständig in der ersten Reihe seiner Lieblingsshow sitzen. Ich war Teil des Teams, das entdeckte, wie bestimmte pflanzliche Uhren-Gene zusammenarbeiten, um den Pflanzen mitzuteilen, wann es Zeit war für die Fotosynthese und die Aufnahme von Kohlendioxid und wann Schlaf- und Reparaturzeiten anstanden. Eines der von mir entdeckten Pflanzengene ermöglichte uns einen besseren Einblick in den Zusammenhang zwischen zirkadianer Uhr, Stoffwechsel und DNA-Reparaturen.

Im Jahr 2001 lud man mich im Anschluss an meine Promotion ein, am neu gegründeten *Genomics Institute der Novartis Research Foundation* (GNF) weiterzuforschen, und zwar auf dem Gebiet der inneren Uhr von Tieren. An diesem Institut lag der Schwerpunkt darauf, die vorhandenen Informationen zum menschlichen Genom und dem Genom von Mäusen zu nutzen, um biologische Vorgänge zu verstehen. Meine Aufgabe bestand im Erforschen der Geheimnisse der zirkadianen Biologie.

Gleich im ersten Jahr konnte ich einen Durchbruch erzielen. Ich fand heraus, wie sich unsere zirkadianen Rhythmen an verschiedene Jahreszeiten und Lichtverhältnisse anpassen. Mein Team entdeckte einen Blaulichtsensor in der Netzhaut des Auges, der Lichtsignale an die innere Uhr im Gehirn sendet, um ihr mitzuteilen, wann Tag und wann Nacht ist. Das Entdecken des Lichtsensors half uns dabei herauszufinden, wie viel

Licht – in welcher Farbe, für wie lange und zu welcher Tageszeit – wir benötigen, um unsere innere Uhr vorzustellen oder zurückzudrehen. Das war eine wahrhaft große Entdeckung, denn obwohl Wissenschaftler seit nahezu 100 Jahren wussten, dass es einen Lichtsensor im Auge gab, war doch unbekannt, wo er saß und was genau er bewirkte. Die Entdeckung wurde von der renommierten Zeitschrift *Science* zu einer der wichtigsten 10 Entdeckungen des Jahres 2002 ernannt und ist außerdem der Grund, warum Sie neuerdings bei Ihrem Smartphone oder Tablet einstellen können, dass die Hintergrundfarbe einige Zeit vor dem Zubettgehen von hellem Weiß zu einem gedämpfteren Orange wechselt.

Wir benötigten rund acht weitere Jahre um festzustellen, wie dieser Lichtsensor genau arbeitet, wie die Informationen vom Auge zum Gehirn gelangen und von welchen Hirnregionen sie empfangen werden, um auf dieser Grundlage Dinge wie Schlaf, Depressionen, zirkadiane Rhythmen und Schmerz zu regulieren. Auch heute noch arbeite ich daran herauszufinden, wie hoch der Einfluss von Licht auf zirkadiane Rhythmen ist und welche Rolle die moderne Beleuchtung bei diesem Prozess spielt. Dennoch ist es sehr befriedigend zu sehen, wie unsere Entdeckung von einer reinen Beobachtung zur Umsetzung gebracht wurde, sodass nun mehr als eine Milliarde Menschen sich des Einflusses von Licht auf ihre Gesundheit bewusst sind.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt lag darauf herauszufinden, wie unsere innere Uhr ihre Informationen überträgt und wie unsere Organe die Zeit erkennen und zu bestimmten Zeiten bestimmte Aufgaben erledigen. Wir nutzten modernste Gentechnologie, um festzustellen, welche Gene zu bestimmten Zeiten in unterschiedlichen Organen aus- und eingeschaltet werden. Diese Forschungsarbeiten begannen im Jahr 2002. Seither ist uns ein weiterer Durchbruch gelungen: die Entdeckung, dass Hunderttausende von Genen sowohl im Gehirn als auch in der Leber sich zu bestimmten Zeiten ein- und ausschalten. Wir sind immer noch dabei, die entsprechenden Versuche auf unterschiedliche Organe, Gewebe, Hirnregionen und Drüsen auszudehnen. Dabei haben wir festgestellt, dass nahezu jedes Organ über eine eigene innere Uhr verfügt und

über Gene, die ein- und ausgeschaltet werden, was sich auf die Höhe der Proteinproduktion zu vorhersehbaren Tageszeiten auswirkt.

Nachdem ich beim renommierten *Salk Institute for Biological Studies* mein eigenes Forschungslabor bekam, setzte ich meine Erforschung der inneren Rhythmen gemeinsam mit hochgeschätzten Kollegen fort. Wir können mittlerweile sagen, dass die Existenz von vorhersehbaren zirkadianen Rhythmen bedeutet, dass ein Organ gesund ist. Genau wie eine Mutation im genetischen Code Krankheiten hervorrufen kann, kann auch ein Leben, das gegen unseren zirkadianen Rhythmus geführt wird, unsere Gesundheit gefährden. In den vergangenen Jahren hatte ich das Glück, mit einigen genialen Köpfen in den Bereichen von Herz-Kreislauf- sowie Stoffwechselerkrankungen zusammenzuarbeiten. Gemeinsam fanden wir heraus, dass Tiere, denen die normale innere Uhr fehlt, hochgradig anfällig für diese Art von Erkrankungen sind. Auch wurde klar, dass eine gestörte innere Uhr der Ursprung aller Krankheiten war und dass bei den meisten chronischen Leiden die Funktion der inneren Uhr beeinträchtigt ist.

Im Jahr 2009 schließlich kamen die beiden Bereiche meiner Forschungsarbeit – Licht und Zeit – zusammen. Wir entwickelten ein einfaches Experiment, bei dem wir Mäuse einem festgelegten Hell-Dunkel-Zyklus aussetzten.^{1,2} Mäuse sind normalerweise nachtaktiv und fressen in der Nacht. In unserem Versuch gaben wir ihnen ihr Fressen am Tag und beobachteten, was mit ihren inneren Uhren geschah. Zu unserer Überraschung stellten wir fest, dass nahezu alle Leber-Gene, die sich normalerweise innerhalb eines Zeitraums von 24 Stunden ein- und ausschalten, das Lichtsignal komplett ignorierten und sich stattdessen nach den Zeiten richteten, zu denen die Mäuse fraßen beziehungsweise fasteten. Wir lernten aus diesem Experiment, dass nahezu jeder Rhythmus in der Leber von der Nahrungsaufnahme abhing. Die Annahme, dass die gesamte zeitliche Information aus der Außenwelt stammt und über den Blaulichtsensor im Auge gesteuert wird, war dadurch widerlegt, denn es zeigte sich, dass der erste Bissen am Morgen alle Organuhren ebenso zuverlässig stellt wie das erste Morgenlicht.

Im Jahr 2012 erweiterten wir unsere Fragestellung. Wir wollten herausfinden, ob Krankheiten nicht nur mit der Ernährungsweise zusammen-

hingen, sondern auch mit einer Störung des zirkadianen Rhythmus. Tausende Forschungsreihen hatten gezeigt, dass Mäuse, die freien Zugang zu fetter und gezuckerter Nahrung hatten, innerhalb von wenigen Wochen Übergewicht und Diabetes aufwiesen. Wir verglichen eine Mäusegruppe, die freien Zugang zu fettreicher Nahrung hatte, mit einer zweiten, die ihre gesamte Nahrung innerhalb eines Zeitraums von 8 bis 12 Stunden zu sich nehmen musste. Das Ergebnis war überraschend: Mäuse, die die gleiche Kalorienanzahl und die gleiche Nahrung innerhalb von 12 Stunden oder weniger zu sich nahmen, waren vollständig geschützt vor Fettleibigkeit und Diabetes, ebenso wie vor Leber- und Herzerkrankungen. Noch erstaunlicher war, dass kranke Mäuse, denen wir diesen Essensplan „verordneten“, ohne zusätzliche Medikamentengabe oder eine Veränderung des Futters wieder gesund wurden.

Zu Beginn stand die Fachwelt unseren Ergebnissen äußerst skeptisch gegenüber. Nach landläufiger Meinung waren schließlich allein die Menge und Art unserer Nahrung entscheidend für unsere Gesundheit. Aber nach und nach machten andere Forschungseinrichtungen ähnliche Beobachtungen, auch bei Tests mit menschlichen Probanden. Wir wissen also mittlerweile, dass neben der Frage, was und wie viel wir essen, auch der Zeitpunkt der Nahrungsaufnahme wichtig ist. Viele medizinische Institutionen haben unsere Ergebnisse aufgegriffen und das Thema selbst untersucht. So glauben beispielsweise die nationalen Gesundheitsinstitute in den USA, die *American Heart Association* und die *American Diabetes Association* ebenso wie ich, dass eine Neueinstellung der zirkadianen Uhr die nächstliegende und beste Option ist, chronische Leiden zu verhindern oder ihre Heilung zu beschleunigen. Im Jahr 2017 hat die *American Heart Association* nach 70 Jahren erstmals eine Empfehlung zur Häufigkeit und zum idealen Zeitpunkt für Mahlzeiten herausgegeben und sie stützt unsere Forschung – zeigt sie doch, dass Essgewohnheiten zur Verhinderung oder Linderung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen beitragen können.³

Das vorliegende Buch, das auf meinen Forschungsergebnissen beruht, soll Ihnen helfen, Ihre innere Uhr durch kleine Veränderungen Ihrer

Lebensgewohnheiten zu optimieren. Noch nie stand so viel auf dem Spiel. Nahezu ein Drittel aller Erwachsenen leidet an mindestens einem chronischen Leiden wie Übergewicht, Diabetes, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Bluthochdruck, Atemwegserkrankungen, Asthma oder chronischen Entzündungen. Wenn sie in den Ruhestand gehen, leiden die meisten Amerikaner an mindestens zwei chronischen Krankheiten. Und auf chronische Erkrankungen trifft leider eine Sache zu: dass sie selten geheilt werden können. Nur wenige Menschen, die einmal unter Diabetes leiden, gesunden wieder vollständig. Gleiches gilt für Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen. Wir haben in unserer modernen Zeit lediglich bessere Möglichkeiten gefunden, mit diesen Krankheiten zu leben und umzugehen.

All das wird sich nun ändern. In diesem Buch finden Sie einfache Vorschläge und Vorgehensweisen, die Sie täglich einsetzen können, um Erkrankungen zu verhindern oder deren Eintreten hinauszuzögern.

Eines sollten Sie noch über mich wissen: Meine Arbeit in den USA wird staatlich gefördert und kann dank ehrlicher Steuerzahler und Philanthropen wie Ihnen Nutzen für alle bringen. Wenn meine Forschungsergebnisse eine Million Menschen inspirieren können, kleine Veränderungen in ihrem Leben vorzunehmen und eine chronische Krankheit auch nur um ein Jahr aufzuhalten, dann bringt dies der US-Wirtschaft geschätzte Ersparnisse von mindestens zwei Milliarden US-Dollar pro Jahr. Meine Forschung ist mein Geschenk an Sie, da ich mich diesem Land so verpflichtet fühle. Im Jahr 2001 habe ich mithilfe eines Studentenvisums in den USA promoviert. Ich freute mich darauf, meine Forschung bei GNF fortzusetzen, und hatte mich gerade um eine befristete Arbeitserlaubnis beworben. Wie viele andere Ausländer wartete ich gespannt und etwas ängstlich auf die Genehmigung oder Ablehnung meines Visumsantrags.

Dann kam der 11. September. Um fünf Uhr nachmittags am folgenden Tag kam die Leiterin der Personalabteilung von GNF mit einem Stück Papier in der Hand zu mir. Das Herz rutschte mir in die Hose und ich nahm an, mein Visum wäre abgelehnt worden. Stattdessen teilte sie mir mit, dass es soeben genehmigt worden sei. In diesem Moment wurde mir klar, dass dieses Land, meine neue Heimat, wahrhaft beeindruckend

war. Ich selbst war am 12. September noch völlig erschüttert und konnte mich kaum auf meine Arbeit konzentrieren. Aber jemand an der Ostküste ging trotzdem zur Arbeit, schaute sich meinen Antrag an und genehmigte ihn. An diesem Tag traf ich die Entscheidung, in diesem Land zu bleiben und ihm etwas zurückzugeben. Aus diesem Grund teile ich meine Forschungsergebnisse mit Ihnen und hoffe, dass sie hilfreich für Sie sind.

Wie dieses Buch aufgebaut ist

Beim Optimieren Ihrer inneren Uhr geht es um mehr als nur um die Ernährung. Ehrlich gesagt hat es nur wenig mit einer bestimmten Ernährungsform zu tun. Es ist vielmehr eine Lebensweise. Alles beginnt damit, dass Sie wissen, wann Sie essen und wann Sie das Licht ausmachen sollten. Wenn Sie diesen kleinen Bereichen Ihres Tages ein wenig Aufmerksamkeit widmen, dann haben Sie bereits viel getan, um gesund zu bleiben.

Wie Sie feststellen werden, braucht es nicht viel, um unseren zirkadianen Rhythmus zu stören. Ein Langstreckenflug, eine durchwachte Nacht, eine Krankheit oder auch schwierige Arbeitszeiten können schon ausreichen, um die innere Uhr durcheinanderzubringen. *Der Zirkadian-Code* kann Sie dabei unterstützen, Ihren Tag sinnvoll zu strukturieren – ob Sie nun Elternteil oder Kind (speziell ein Teenager) sind, zur Millennium-Generation gehören oder schon im Ruhestand sind, normale Arbeitszeiten haben oder Schichtarbeit leisten, berufstätige Mutter sind oder einfach nur sehr gesundheitsbewusst. Wenn Sie an einer chronischen Erkrankung leiden oder auch an mehreren, dann müssen Sie dieses Buch lesen. Ganz gleich, wer Sie sind und wo Sie leben: Sie werden erfahren, wann am Tag es für Sie am besten ist zu essen, zu arbeiten und Sport zu treiben, und wie Sie die Abendstunden gestalten sollten, um erholsamen Schlaf zu finden.

Auch wenn es in diesem Buch vor allem um Vorbeugung geht, können Sie die Informationen auch nutzen, um ab jetzt gesünder zu leben. In Teil I des Buches erkläre ich, wie unsere innere Uhr funktioniert und

warum es sowohl für Kinder als auch für Erwachsene so wichtig ist, für ideale Zeitabläufe zu sorgen. Der erste Schritt auf dem Weg zur Gesundheit besteht darin herauszufinden, welche gesundheitlichen Probleme bei Ihnen vorliegen. Aus diesem Grund enthält dieser Abschnitt einen einfachen Selbsttest, der Ihnen zeigt, inwieweit Ihre Gesundheit und Ihr Lebensrhythmus zusammenhängen. Sie werden außerdem zu notieren beginnen, wann Sie bestimmte Dinge tun, um zu erkennen, wo Anpassungen erforderlich sind.

In Teil II finden Sie eine Anleitung, wie Sie Ihren Tag am besten gestalten, um Ihre inneren Rhythmen optimal zu nutzen. Sie werden erfahren, wann (und was) Sie essen sollten, aber nicht wie viel. Bei diesem Programm müssen Sie keine Kalorien zählen und dennoch ist ein Gewichtsverlust, wenn Sie sich an meine Richtlinien halten, nahezu unvermeidbar. Sie lernen, wann Sie am besten arbeiten und produktiv sein sollten, und wann die richtige Zeit ist, um Sport zu treiben. Außerdem werden Sie neue Techniken kennenlernen, um besser zu schlafen und Ihr Lebensgefühl zu verbessern.

Mit zunehmendem Alter machen uns Störungen unseres zirkadianen Rhythmus immer mehr zu schaffen. Ich persönlich glaube, dass die meisten Krankheiten, die sich bei uns im Erwachsenenalter einstellen, auf Störungen unserer inneren Uhr zurückzuführen sind. In Teil III gehe ich daher auf bestimmte Krankheitsbilder und die Zusammenhänge mit zirkadianen Rhythmen ein. Hier befassen wir uns mit Krebs und anderen Krankheiten, die das Immunsystem betreffen, ebenso wie mit den Bestandteilen des Stoffwechsel-Syndroms (Herzkrankheiten, Adipositas und Diabetes) und neurologischen Erkrankungen wie Depression, Demenz, Parkinson und anderen neurodegenerativen Störungen. Sie werden außerdem erfahren, wie das Darm-Mikrobiom durch unseren inneren Rhythmus beeinflusst wird und was bei Beschwerden wie Säurereflux und Sodbrennen sowie bei entzündlichen Darmerkrankungen hilfreich sein kann.

Ich bin kein Arzt, also kann ich auch keine Medikamente verschreiben. Durch meine wissenschaftliche Arbeit wird mir jeden Tag bewusst, wie wenig wir im Grunde genommen über die Funktionsweise unseres Körpers

wissen. Aber die genauen Erkenntnisse, die ich über diesen urwüchsigen und unausweichlichen Rhythmus habe, dem wir alle unterliegen, und meine besten Ratschläge zur Optimierung Ihrer täglichen Abläufe kann ich Ihnen vermitteln. Bitte teilen Sie die Informationen über tägliche Gewohnheiten, die Ihre innere Uhr wieder in Takt bringen, mit Ihrem Arzt oder Heilpraktiker, damit dieser den Behandlungsplan optimal darauf abstimmen kann. Mithilfe der Tipps aus diesem Buch stehen die Chancen nicht schlecht, Ihre Gesundheit wieder auf Vordermann zu bringen.



Teil I:

Die zirkadiane Uhr

KAPITEL 1

Wir sind alle Schichtarbeiter

Wenn Sie Schichtdienst leisten und mitten in der Nacht aufstehen und zur Arbeit gehen oder erst spät abends von der Arbeit nach Hause kommen oder die ganze Nacht lang wach sind, dann wissen Sie, wie es ist, gegen den Urdrang zu leben, der uns befiehlt, nachts zu schlafen und tagsüber wach zu sein. Und selbst wenn Sie keine Schichten arbeiten, können Sie sich sicher an Zeiten erinnern, als Sie gegen Ihre innere Uhr angekämpft haben. In Wahrheit sind wir alle Schichtarbeiter. Jeder Mensch kennt Zeiten mit länger anhaltenden Schlafproblemen und bei vielen Menschen hält sich das Problem hartnäckig. Wenn Sie privat oder bei der Arbeit eine Nachtschicht einlegen, wenn Sie bis spät in die Nacht für eine Klausur lernen, auf einem Flug mehrere Zeitzonen durchqueren, am Bett eines kranken Familienmitglieds wachen oder mehrfach nachts wach werden, um Ihr Baby zu füttern, dann sind auch Sie ein Schichtarbeiter beziehungsweise eine Schichtarbeiterin. Ein Vollzeitjob mit langem Anfahrtsweg und zusätzlichen Haushaltspflichten ist nichts anderes, als würden Sie zwei Schichten hintereinander arbeiten – und wahrscheinlich kommen Sie dabei selten vor Mitternacht ins Bett. Schon eine lange Partynacht kann die gleichen störenden Auswirkungen haben wie eine Reise von einer Zeitzone in eine andere. Dieses Phänomen wird daher mittlerweile als *Social Jetlag* bezeichnet.

Die Aussage, dass wir alle Schichtarbeiter sind, ist mehr als ein reines Gedankenexperiment; Daten scheinen dies zu belegen: So hat beispielsweise Professor Till Roenneberg, ein Schlafforscher aus München, mehr als 50 000 Menschen in Europa und den USA befragt und herausgefunden, dass die meisten entweder erst nach Mitternacht zu Bett gehen oder bereits früh am Morgen unausgeschlafen wach werden.^{1,2} Auch ändern

Menschen häufig am Wochenende ihre Bettgehzeiten. Beim Welt-Schlaf-Kongress 2017 präsentierte Roenneberg seine Daten, die zeigten, dass nahezu 87 Prozent aller Erwachsenen unter dem oben erwähnten „Social Jetlag“ leiden und am Wochenende mindestens zwei Stunden später ins Bett gehen als in der Woche.

Vor rund sechs Jahren begann meine Forschungseinrichtung damit, die Aktivitäten und Schlafmuster von nahezu 200 College-Studenten aufzuzeichnen, und wir stießen dabei auf das gleiche Muster, über das auch Roenneberg berichtete. In der Gruppe fand sich nur eine Person, die tatsächlich jeden Tag nahezu zur gleichen Zeit ins Bett ging, auch am Wochenende. Und es gab nur einen weiteren Studenten, der wenigstens an zwei Tagen in der Woche vor Mitternacht schlafen ging.

Wir beobachteten auch Schwangere und berufstätige Mütter, deren Rhythmen ebenfalls sehr unregelmäßig sind. Hier findet sich überraschenderweise eine starke Ähnlichkeit zu den Mustern von Feuerwehrleuten, die auch davon ausgehen, mehrmals nachts aus dem Schlaf gerissen zu werden. Für viele Frauen ist der härteste Teil des Mutterseins das Ankämpfen gegen die eigene innere Uhr, das Wachsein in der Nacht und der Versuch, am Tag zu unterschiedlichen Zeiten Schlaf nachzuholen. Junge Mütter bekamen tatsächlich nur dann ausreichend Schlaf, wenn sie zusätzlich zu ihrem Partner weitere Unterstützung durch Eltern oder Schwiegereltern hatten, die nachts öfter einmal einsprangen.

Berufstätigen Müttern fällt es am schwersten, einen täglichen Rhythmus in ihrem Leben zu finden, da ihr Tagesablauf von allen anderen Familienmitgliedern beeinflusst wird. In der Regel stehen diese Mütter früh auf, um das Frühstück für die ganze Familie zuzubereiten, den Kindern beim Anziehen zu helfen, Pausenbrote zu schmieren und Schulranzen zu packen, die Kinder zur Schule oder in die Betreuung zu bringen und dann selbst zur Arbeit zu fahren. Nach dem Abendessen kümmern sie sich noch um Hausaufgaben, helfen beim Lernen oder sind bis spät abends mit dem Haushalt beschäftigt. Je weiter die Woche fortschreitet, umso mehr leidet ihre innere Uhr. Als meine Tochter noch ein Kleinkind war, wurde meine Frau regelmäßig am Freitag krank und benötigte nahezu das gesamte Wochenende zur Erholung.

Unabhängig von den Gründen oder Umständen wissen wir alle, wie wir uns nach einer kurzen Nacht fühlen. Wir sind müde, können aber nicht schlafen. Der Magen ist leicht gereizt, die Muskeln sind schwach, wir können nicht besonders klar denken und ins Fitnessstudio wollen wir schon gar nicht gehen. Körper und Geist sind in einem leichten Zustand der Verwirrung – die eine Hälfte des Gehirns sagt uns, dass es Zeit ist, den verlorenen Schlaf nachzuholen, die andere Hälfte besteht darauf, dass es Tag ist und somit keine Schlafenszeit. Vielleicht entscheiden wir uns, durchzuhalten und das Schlafbedürfnis mithilfe eines starken Kaffees oder Energydrinks zu unterdrücken, oder wir versuchen so schnell wie möglich wieder zur gewohnten Routine zurückzufinden.

Das Gehirn eines Menschen, der Schichtarbeit leistet, kann keine rationalen Entscheidungen treffen. Laut einem kürzlich in der Zeitschrift *Popular Science* erschienenen Artikel³ hat bereits eine einzige Nachtschicht kognitive Auswirkungen, die eine ganze Woche anhalten können. Solche Gedächtnislücken oder Aufmerksamkeitsdefizite können uns unter anderem anfällig machen für schlechte Gewohnheiten. Schon wenige Tage, an denen wir zu wenig Schlaf bekommen, können unser Essverhalten verändern – sowohl in Bezug auf die Lebensmittel, nach denen es uns gelüftet, als auch in Hinblick auf die Menge, die wir während des nächtlichen Wachseins essen. Häufig nehmen wir nachts, wenn unser Magen sich eigentlich ausruhen und regenerieren sollte, besonders kalorienreiches Junk Food zu uns.

Schichtarbeiter leiden häufig unter Einschlafproblemen. Einige versuchen, das Problem mit Alkohol oder Schlaftabletten zu lösen, die jedoch langfristig Depressionen auslösen können. Noch entscheidender ist natürlich, dass es sich dabei um Suchtmittel handelt und diese schlechte Angewohnheit meist bestehen bleibt, auch wenn die Lebensumstände es gar nicht mehr erfordern, nachts wach zu sein.

Und als würde die Schichtarbeit unser eigenes Leben nicht schon genug beeinflussen, werden auch unsere Familienmitglieder mehr oder weniger zu Schichtarbeitern zweiter Hand, indem sie sich an unsere Zeiten anpassen versuchen und uns zuliebe früher aufstehen oder abends länger wachbleiben. Auch hier sind die gesundheitlichen Auswirkungen

bedenklich. Bei einer im Jahr 2013 veröffentlichten Studie zum Thema stellten Forscher fest, dass die Kinder von Schichtarbeitern im Vergleich zu anderen nicht nur mehr kognitive Probleme und Verhaltensstörungen aufwiesen, sondern auch stärker zu starkem Übergewicht neigten.⁴

Während es sich vielleicht unangenehm anfühlt, wenn man einen Tag oder zwei Tage bis spät nachts wach war oder einige Tage schlecht schläft, nachdem man mehrere Zeitzonen durchquert hat, können wiederholte Störungen unserer inneren Uhr gesundheitliche Probleme nach sich ziehen, da die verschiedensten Systeme im Körper nicht mehr richtig funktionieren. Das Immunsystem ist geschwächt, sodass Keime und Bakterien, die uns normalerweise nichts anhaben, unserem Magen zu schaffen machen oder grippeähnliche Symptome verursachen. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass Schichtarbeiter mehr gesundheitliche Probleme haben als Menschen, die zu normalen Zeiten arbeiten. Besonders häufig finden sich Magen-Darm-Leiden, Adipositas, Diabetes und Herz-Kreislauf-Erkrankungen.⁵⁻¹⁶ Die Haupttodesursachen für im aktiven Dienst befindliche Feuerwehrmänner sind übrigens nicht Verbrennungen oder Verletzungen durch Unfälle – es sind Herzerkrankungen, von denen man mittlerweile annimmt, dass sie durch eine Störung der inneren Uhr hervorgerufen werden.^{17,18} Viele Studien zeigen, dass Schichtarbeit das Risiko für verschiedene Krebsarten so stark erhöht, dass die zur Weltgesundheitsorganisation gehörende Internationale Agentur für Krebsforschung die Schichtarbeit mittlerweile als potenziell krebserregend einstuft.¹⁹

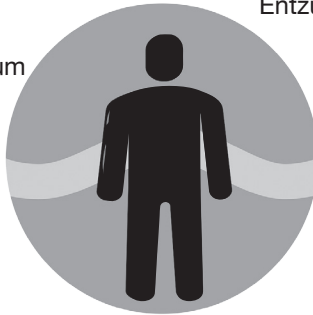
Wenn wir alle Schichtarbeiter sind, dann leiden wir auch alle. Deshalb ist es so wichtig, zu verstehen, wie unsere zirkadianen Uhren funktionieren und wie wir durch unsere Lebensweise den natürlichen Rhythmus unseres Körpers unterstützen können.

Zirkadiane Rhythmen existieren wirklich

Früher glaubte man, dass unsere Tag-Nacht-Zyklen allein durch äußere Einflüsse bestimmt wurden: Das Morgenlicht weckte uns, und wenn der Mond am Himmel erschien, war es an der Zeit, schlafen zu gehen. Noch

Was passiert, wenn unsere innere Uhr aus dem Takt gerät?

ADHS	Polyzystisches Ovarialsyndrom	Leaky-Gut-Syndrom
Autismus	Menstruationsstörungen	Verdauungsstörungen
Winterdepression	Wochenbettdepression	Sodbrennen
Ängste	Unerfüllter Kinderwunsch	Magenschmerzen
Panikattacken	Morgendliche Übelkeit	Morbus Crohn
Depressionen	Fehlgeburten	Colitis ulcerosa
Lernschwierigkeiten		Reizdarmsyndrom
Nächtliche Epilepsie		Entzündl. Darmerkrankungen
Bipolare Störungen		Stoffwechsel-Syndrom
Intensivstation-Delirium		Übergewicht
Migräne		Übergewicht bei Kindern
PTBS		Typ-2-Diabetes
Krampfanfälle		Prädiabetes
Manie		Schlaganfall
Psychosen		Dyslipidämie
Multiple Sklerose		Bluthochdruck
Chorea Huntington		Herzrhythmusstörungen
Alzheimer		Chronische Nierenleiden
Parkinson		Leberverfettung
Bakterielle Infektionen	Schlaflosigkeit	Steatohepatitis
Schlafkrankheit	Prader-Willi-Syndrom	Eierstockkrebs
Malaria	Smith-Magenis-Syndrom	Brustkrebs
Arthritis	Obstruktive Schlafapnoe	Leberfibrose
Asthma	Verzögertes Schlafphasensyndrom	Darmkrebs
Allergien	Non-24 (Schlaf-Wach-Rhythmusstörung)	Leberkrebs
Lymphome	FASPD	Lungenkrebs



bis Mitte der 1970er-Jahre taten viele Wissenschaftler das Gebiet der zirkadianen Biologie als nutzlos ab. Obwohl man schon um das Jahr 1700 wusste, dass Pflanzen über eine innere Uhr verfügen, ließ sich die Idee, dass auch Menschen und Tiere eine Art inneren Auslöser besitzen, schwer nachweisen. Man ging allgemein davon aus, dass der Mensch als hoch entwickelte Spezies neben Sonne und Mond auch noch von anderen äußeren oder Umweltfaktoren beeinflusst sein müsste.

Experimente mit Pflanzen durchzuführen, erwies sich als einfach genug: Eine Pflanze, die man in einen dunklen Kellerraum stellt, bewegt

Welche Art von Schichtarbeiter sind Sie?

Laut der europäischen Definition für Schichtarbeiter handelt es sich dabei um Personen, die mehr als 50 Tage im Jahr drei Stunden oder mehr zwischen 22 Uhr abends und 5 Uhr morgens wach sind. Ich glaube allerdings, dass wir aufgrund unserer Lebensweise mehr oder weniger alle Schichtarbeiter sind. Welche Art von Schichtarbeit trifft auf Sie zu?

- *Traditionelle Schichtarbeit:* Ungefähr 20 bis 25 Prozent der Menschen, die in Industrie- oder Entwicklungsländern in zivilen Berufen tätig sind, leisten Schichtarbeit. Dazu zählen alle, die im Rettungsdienst arbeiten (Feuerwehrleute, Leitstellenmitarbeiter), Polizisten, Reinigungspersonal und Mitarbeiter im Gesundheitsdienst (Krankenpfleger, Ärzte), in der Fertigung, beim Bau, bei Versorgungsdiensten, im Luftverkehr (Piloten, Kabinenpersonal, Bodenpersonal), im Bodentransport, im Nahrungsmittelbereich oder im Callcenter.
- *Schichtarbeiterähnliche Lebensweise:* Hierunter fallen beispielsweise Oberschüler und Studenten, Musiker, darstellende Künstler, junge Mütter, pflegende Angehörige und die Partner von Schichtarbeitern.
- *Jobs in der Gig-Economy:* Dazu zählen Teilzeitfahrer für Mitfahragenturen und Auslieferer von Lebensmitteln, Personen mit flexiblen Arbeitszeiten und Freiberufler.
- *Jetlag:* Dieser tritt ein, wenn Sie innerhalb eines Tages zwei oder mehr Zeitzonen durchqueren. Nahezu 8 Millionen Menschen steigen jeden Tag ins Flugzeug²⁰ und die Hälfte von ihnen durchqueren dabei mindestens zwei Zeitzonen.
- *Social Jetlag:* Tritt ein, wenn man am Wochenende länger schläft und mindestens 2 Stunden später aufwacht als unter der Woche. Über 50 Prozent der Bevölkerung in unserer modernen Gesellschaft leiden darunter.
- *Digital Jetlag:* Hierzu kommt es, wenn Sie über soziale Netzwerke oder digitale Medien mit Freunden oder Kollegen sprechen, die mehrere Zeitzonen entfernt leben und folglich mehr als drei Stunden zwischen 22 Uhr und 5 Uhr morgens wach sind.
- *Jahreszeitlich bedingte affektive Krankheiten:* Millionen von Menschen leben in den äußeren nördlichen oder südlichen Breitengraden (z. B. die Einwohner von Nordkanada, Schweden, Norwegen und Südchile). Im Winter gibt es dort weniger als acht Stunden, im Sommer mehr als 16 Stunden Tageslicht. Diese Extreme stören den zirkadianen Rhythmus.

ihre Blätter trotzdem gemäß einem bestimmten inneren Rhythmus auf und ab.²¹ Viele Pflanzen heben ihre Blätter während des Tages an, um mehr Energie aus dem Sonnenlicht zu gewinnen. Nachts lassen sie die Blätter meist wieder sinken, weil es Energieverschwendung wäre, sie angehoben zu lassen. Viele Blumen blühen nur am Tag, wenn bestäubende Insekten und Vögel unterwegs sind. Manche allerdings, wie der Jasminbaum neben dem Haus meiner Großeltern, blühen bei Nacht. Diese Pflanzen bauen bei der Bestäubung auf den Wind und nicht auf Tiere.

Die nächsten Studienreihen waren schon schwieriger, und die Forscher begannen mit Insekten, Vögeln und schließlich auch anderen Tieren zu arbeiten. Sie untersuchten den Zeitpunkt, an dem aus Larven Fruchtfliegen wurden – ein zirkadianes Phänomen, das nur am Morgen stattfindet, wenn wenig Wind und eine höhere Luftfeuchtigkeit vorhanden sind. Sie analysierten die Wandermuster von Zugvögeln und die Schlaf-Wach-Rhythmen anderer Tiere. Auch Labormäuse wurden in einer kontrollierten Umgebung untersucht.²² Wenn man sie konstanter Dunkelheit aussetzte, wachten sie trotzdem präzise wie ein Uhrwerk auf und schliefen ein, und zwar in einem Rhythmus von 23 Stunden und 45 Minuten. Auch die inneren Uhren vieler Pflanzen und Pilze folgen einem Rhythmus, der ungefähr 24 Stunden entspricht.

Die Überprüfung, ob Menschen ebenfalls über solche inneren Uhren verfügen, schien lange Zeit nahezu unmöglich, weil es schwierig ist, alle externen Zeithinweise und Verbindungen zur Außenwelt zu kappen. In den 1950er-Jahren allerdings hatten Forscher eine Idee: Sie nahmen ein einfaches Telefon, über das ein Freiwilliger nur zu einer einzigen anderen Person Kontakt aufnehmen konnte. Der Freiwillige begab sich dann in eine Höhle tief in den Anden. Er nahm nichts anderes mit als ausreichend Nahrungsmittel, Kerzen und Lesematerial für mehrere Wochen. Jedes Mal, wenn er müde genug war, um schlafen zu gehen, rief er seinen Partner am anderen Ende der Telefonleitung an, der dann die Zeit festhielt. Auch beim Aufwachen erfolgte ein Kontrollanruf. Die Studie zeigte, dass der Schlaf-Wach-Rhythmus mehrere Wochen lang wie am Schnürchen funktionierte. Trotzdem ging der Freiwillige jeden Tag ein

kleines bisschen später schlafen, was ein Anzeichen dafür war, dass sein innerer Zyklus etwas länger war als 24 Stunden. Tatsächlich betrug er genau 24 Stunden und 15 Minuten. Dieser Zyklus war so vorhersehbar, dass er nur durch eine innere Uhr gesteuert sein konnte.²³

Die Tatsache, dass der zirkadiane Rhythmus nicht exakt 24 Stunden beträgt, ist nicht verwunderlich, da auch der Abstand von Sonnenaufgang zu Sonnenaufgang in den meisten Teilen der Erde nicht genau 24 Stunden beträgt. Durch die Neigung der Erdachse gibt es bei der Umkreisung der Sonne Zeiten im Jahr, in denen entweder die nördliche oder die südliche Erdhalbkugel stärker der Sonne zugeneigt ist. Während die Tage im Verlauf des Jahres länger oder kürzer werden, verändern sich auch die Zeiten, zu denen die Sonne auf- und untergeht. Am Äquator ist diese Veränderung kaum spürbar, aber wenn Sie in Boston, Stockholm oder Melbourne leben, kann sich der Sonnenaufgang von einem Tag auf den nächsten um mehrere Minuten verschieben. Wenn die Tage mit der Ankunft des Sommers wieder länger werden, weckt uns unsere innere Uhr etwas früher am Morgen, wenn die Sonne aufgeht. Wenn wir von einer Zeitzone in die nächste fliegen, passt sich unser Schlaf-Wach-Rhythmus langsam an die neue Zeitzone an. Diese Beispiele sind nur einige unter vielen, die zeigen, warum wir eine innere Uhr haben und wie ihre Fähigkeit, sich anzupassen, mit den Änderungen von Sonnenaufgang oder Tageslänge zusammenhängt. Sobald dies einmal feststand, gingen die Forscher davon aus, dass zirkadiane Rhythmen mit Licht zusammenhängen oder daran festgemacht werden konnten.

Der Rhythmus des täglichen Lebens

Forscher wie ich erkunden auch weiterhin die täglichen Rhythmen der Physiologie, des Stoffwechsels und selbst der Wahrnehmung von Erwachsenen. Dabei stellte sich heraus, dass nahezu jeder Aspekt unseres täglichen Lebens Rhythmen unterliegt. Auch wenn Menschen nicht blühen wie Blumen und keine Wanderungen über lange Strecken unternehmen wie Zugvögel, verfügen auch wir über innere Uhren, bei denen fast alle Aspekte unserer täglichen Gesundheit mit der richtigen Tages- oder