

Donna Jackson Nakazawa

*Freund oder Feind?*

*Das Doppelleben der Mikroglia in unserem Gehirn*



Donna Jackson Nakazawa

# Freund oder Feind? Das Doppelleben der Mikroglia in unserem Gehirn

---

Wie das neue Wissen über diese winzige Gehirnzelle  
den Lauf der Medizin verändert

Aus dem amerikanischen Englischen übersetzt  
von Imke Brodersen



VAK Verlags GmbH  
Kirchzarten bei Freiburg

Titel der englischen Originalausgabe:

*The Angel and the Assassin*

Copyright © 2020 Donna Jackson Nakazawa

ISBN der Originalausgabe 978-1-52479917-5

This translation published by arrangement with Ballantine Books, an imprint of Random House, a division of Penguin Random House LLC, New York

Verlag und Autorin haben sich um eine geschlechtergerechte Sprache bemüht. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wurde im Text meist 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](http://www.vakverlag.de)

© VAK Verlags GmbH, Kirchzarten bei Freiburg 2020

Übersetzung: Imke Brodersen

Lektorat: Nadine Britsch

Layout: Richard Kiefer

Umschlag: X-Design, München

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

Printed in Germany

ISBN: 978-3-86731-233-2

# Inhaltsverzeichnis

---

## PROLOG

Wenn der Körper das Gehirn attackiert | 9

## EINS

Wie man in der Neurobiologie landet | 21

## ZWEI

„Ein Viertel des Weges“ | 37

## DREI

Eigentor im Gehirn | 51

## VIER

Die allgegenwärtigen Mikroglia | 67

## FÜNF

Die Brücke ins Gehirn | 83

## SECHS

„Neue Lösungen scheint es nicht zu geben“ | 95

## SIEBEN

Ein Massenphänomen | 107

## ACHT

Neustart im Gehirn: Neurofeedback  
und TMS-Therapie | 127

## NEUN

Gehirn unter Beschuss | 145

ZEHN

Das Alzheimer-Knäuel entwirren | 169

ELF

Wo sind die gesunden Synapsen geblieben? | 101

ZWÖLF

Neustart für die Familientherapie | 209

DREIZEHN

Auf der Suche nach dem Feuerlöscher  
fürs Gehirn | 223

VIERZEHN

Heilsames Fasten? | 235

FÜNFZEHN

Die Medizin der Zukunft | 257

SECHZEHN

Schlussbetrachtung | 281

Epilog | 291

Danksagung | 303

Anmerkungen und Quellen | 307

Stichwortverzeichnis | 339

Stimmen zum Buch | 345

Über die Autorin | 351

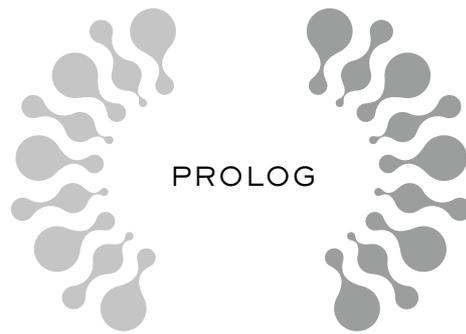
Für Claire

## Hinweise der Autorin und des Verlags

Dieses Werk ist ein Sachbuch. Aus Gründen des Persönlichkeitsschutzes wurden einige Namen geändert, Personenbeschreibungen zusammengeführt und Ereignisse kondensiert. In vielen Fällen nenne ich bei Forschungsvorhaben die Zeiträume, in denen diese Studien durchgeführt wurden (oder noch werden), und nicht das Veröffentlichungsdatum.

Etliche wissenschaftliche Entdeckungen wurden zudem etwa zur selben Zeit gemacht, aber weil ich zwischen den Einzelgeschichten hin- und herspringe, präsentiere ich sie teilweise nacheinander.

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



## Wenn der Körper das Gehirn attackiert

---

Mein Interesse an der geheimnisvollen Verbindung zwischen körperlicher Erkrankung, Immunsystem und Krankheiten, die vom Gehirn ausgehen, begann vor mehr als zehn Jahren, als ich wegen einer seltenen Autoimmunerkrankung irgendwann nicht mehr laufen konnte. Von den fünf Jahren zwischen 2001 und 2006 verbrachte ich alles in allem ein volles Jahr im Bett oder im Rollstuhl.\* Mein Arzt, ein Neurowissenschaftler von der Johns Hopkins University, war Spezialist für meine Krankheit, das Guillain-Barré-Syndrom. Ich war ein ungewöhnlicher Fall, weil die Krankheit mich nicht nur einmal niederstreckte und lähmte, sondern gleich zweimal – das ist selten, kommt aber durchaus vor.

Mein Arzt wusste, dass ich Wissenschaftsjournalistin bin, und erklärte mir regelmäßig sehr genau, was in meinem Körper gerade vor sich ging und wie er meine Lähmung rückgängig machen wollte. Bei dieser Autoimmunerkrankung verselbstständigen sich (wie bei allen derartigen Erkrankungen) die weißen Blutkörperchen des Immunsystems und laufen

\* Über diese Zeit habe ich auch in *Wenn die Kindheit krank macht berichtet*; falls Sie dieses Buch kennen, bitte ich um Nachsicht für die kurze Wiederholung an dieser Stelle.

Amok. Anstatt meinen Körper aufmerksam vor Krankheitserregern zu schützen, attackierten sie nun lieber die schützenden Myelinscheiden, die meine Nerven umhüllten, was die Verbindungen zwischen den Nerven und den Muskeln unterbrach, die ich zum Stehen und Gehen brauchte – oder auch nur, um mit den Zehen zu wackeln.

Irgendwann stellte ich mir diese hyperaktiven Immunzellen wie die kleinen Pac-Man-Kugeln vor (erinnern Sie sich an die ersten Videospiele aus den 1980ern?), die nun offenbar hektisch herumsausten und an den kostbaren Nerven knabberten, die diesen Körper zu *meinem* machten, dem Inbegriff meines starken, zuverlässigen Ichs.

Mein Neurologe hoffte, durch regelmäßige Infusionen mein Immunsystem neu starten und die weißen Blutkörperchen von ihrer Überreaktion abhalten zu können. Wenn wir sie zur Ruhe brächten, würden sich meine geschundenen Nerven hoffentlich eigenständig regenerieren. Die Nerven, die ausgefallen waren, würden wieder aufleuchten, bis so viele neuromuskuläre Verbindungen nachgewachsen wären, dass ich hoffentlich wieder laufen könnte.

Viele Monate später hatte mein Neurologe recht behalten. Die übererregbaren Zellen meines Immunsystems gaben tatsächlich nach, und mein Zustand wurde deutlich besser. Nicht alle meine Nerven konnten sich regenerieren, aber es reichte so weit, dass ich wieder laufen konnte, und meine Fortschritte sorgten für ein gutes Leben. Der menschliche Körper kann wundersame Selbstheilungskräfte entwickeln.

Damals trieb mich jedoch eine Frage um, die mein Behandlungsteam mir nicht beantworten konnte. Nach dem Verlust der Kontrolle über meine Beine registrierte ich auch gewisse beunruhigende kognitive Veränderungen. Ich bin ein Mensch, den eigentlich nichts umhaut, aber plötzlich kämpfte ich mit einer ausgewachsenen Depression. Dieses Gefühl war zeitweise so belastend, dass ich mir beim Vorlesen von *Harry Potter* vorkam, als hätten die dort geschilderten Dementoren (jene düsteren, gespenstischen Wesen, die einem Menschen mit einer Woge der Verzweiflung jeden glücklichen Gedanken rauben) mich persönlich angegriffen.

Meiner Hausärztin sagte ich, ich käme mir vor, „als wäre jemand in mein Gehirn eingezogen.“

Ich hatte stets ein ausgezeichnetes Gedächtnis gehabt und konnte Gespräche, die Wochen, Monate oder Jahre her waren, Wort für Wort wiederholen. Jetzt hingegen musste ich mir die einfachsten Dinge aufschreiben, zum Beispiel den Physiotherapietermin am folgenden Tag. *Was soll's*, dachte ich. *Für mich ist das neu, aber es geht vielen so.*

Es gab jedoch weitere „Aussetzer“, die mir mehr Sorgen bereiteten. Zum Beispiel dauerte es erschütternd lange, bis mir die Namen von Menschen einfielen, die ich mein Leben lang kannte und liebte. Zu Thanksgiving 2005, als ich nach langer Bettlägerigkeit endlich wieder begrenzte Zeit mit einem Rollator oder Stock laufen konnte, grinste meine große Familie gutmütig darüber, wie schwer es mir fiel, jemanden beim Namen zu nennen. Alle lächelten geduldig, wenn ich diverse Namen über den langen Tisch rief, einen nach dem anderen, bis ich endlich einen Treffer landete. „Sam! Christian! Zen! Don! Jay! Cody!“ (Das war der Hund.) – „Chip! Reichst du mir bitte das Salz?“

Selbst das war irgendwie noch lustig, dachte ich. Immerhin unterschied mein Gehirn noch zwischen männlichen und weiblichen Namen. Anderes hingegen war kein bisschen komisch. Meine Sechsjährige bat mich bei simpler Erstklässlermathematik um Hilfe, und mein Gehirn geriet bereits beim Addieren von Sieben und Acht ins Stocken. Wenn ich ihr die Schuhe binden wollte – was ich über Jahre getan hatte –, starrte ich verdutzt auf die Schnürbänder und überlegte angestrengt, was ich nun eigentlich tun musste. Ich erinnere mich gut an den Moment, als ich eine Wassermelone aufschnitt, die Schnitze in eine Schüssel legte, sie betrachtete und mich fragte: „Wie heißt das noch?“ Ich wusste es, aber das Wort wollte mir nicht einfallen. Also trug ich die Schüssel zum Tisch und überspielte mein Nichtwissen, indem ich abwartete, bis meine Kinder riefen: „Lecker! Wassermelone!“ Und ich dachte, ja, genau, Wassermelone.

Dass ich massive Angst hatte, war wenig erstaunlich; schließlich war ich praktisch über Nacht körperlich vollständig gelähmt und mehrfach

wochenlang im Krankenhaus. Während der Entmyelinisierung meiner Nerven kam es zu äußerst schmerzhaften Muskelkrämpfen, und die Ärzte führten wiederholt eine Rückenmarkspunktion durch und überprüften die elektrische Leitfähigkeit meiner Nerven anhand von Impulsen durch Arme und Beine. Vorübergehend setzte sogar die Schluckmuskulatur aus. In der Klinik wurde ich wegen einer allergischen Reaktion auf eine Infusion einmal bewusstlos. Als ich wieder zu mir kam, stand ein ganzes Team aschfahler Ärzte mit Wiederbelebungsgeräten um mein Bett, und eine Krankenschwester betete stumm vor sich hin. Hinzu kamen endlose Wochen in Reha-Kliniken, wo ich wieder lernen musste, mein Gleichgewicht zu halten und mich mithilfe eines Rollators zu bewegen, während meine noch immer weitgehend tauben Beine von Schmerzattacken durchschossen wurden.

Die allgegenwärtige Angst fühlte sich jedoch wie eine eigenständige Krankheit an. Mein eigenes Gehirn kam mir fremd vor, denn Gedächtnis, der klare Verstand und die Wortfindung hatten sich verändert.

Manchmal klagte ich meiner Freundin Lila am Telefon mein Leid – Lila hat Morbus Crohn und kennt ähnliche kognitive Schwierigkeiten. Sie erzählte mir, wie sie eines Tages ihren älteren Sohn im Kindergarten ablieferte und versehentlich auch den Zweijährigen dort ließ (er war von ihrem Schoß geklettert, um am Sandtisch zu spielen, während sie mit der Erzieherin sprach). Die Erzieherin war ihr mit dem heulenden Kind auf dem Arm nachgelaufen. „Ich habe mein eigenes Kind vergessen!“, schluchzte Lila. Daraufhin erhielt sie eine Überweisung zum Psychiater, wo ihr Antidepressiva gegen Ängste und Zwangsstörungen verordnet wurden und Ritalin gegen ADS ohne Hyperaktivität. Das machte sie noch unglücklicher, denn vor ihrer Darmerkrankung hatte sie beide Medikamente nie gebraucht.

Ich konnte Lilas Verzweiflung gut nachempfinden, denn mich plagten ähnliche Sorgen. Beim nächsten Termin bei meiner Hausärztin sagte ich: „Es ist, als wäre nicht nur an meinen Beinen und Füßen das Licht ausgeknipst, sondern auch in einem Teil meines Gehirns.“ Bei Menschen

mit kleineren Schlaganfällen hatte ich Ähnliches beobachtet. „Was passiert da?“, wollte ich wissen, um meinen Zustand besser zu begreifen.

Ich hätte keinen Mini-Schlaganfall, beruhigte mich meine Internistin. Aber mein Leben stünde Kopf, und das Geschehen hätte mich traumatisiert. Es sei also gut nachvollziehbar, dass auch meine Psyche in Mitleidenschaft geraten wäre. Mein Neurologe hingegen machte mir Mut, spornte mich mit jedem Schritt der Genesung an und versicherte mir, dass ich im Laufe der Zeit noch weiter gesunden würde.

Und so war es auch. Doch ein Teil meiner kognitiven Symptome hielt sich hartnäckig, und ich wurde das Gefühl nicht los, dass nicht nur mein Körper, sondern auch mein Gehirn sich physisch verändert hatten.

Irgendwann fragte ich mich, ob die Immunologen – bei all ihren Untersuchungen der Auswirkungen des Immunsystems auf anderen Körpersysteme – je in Betracht gezogen hatten, dass zwischen körperlichen Immunstörungen und psychiatrischen oder hirnorganischen Erkrankungen auch biologische Verbindungen bestehen könnten. Also grub ich tiefer nach.

In diesem Zeitraum zwischen 2007 und 2010 hatte ich mit der Arbeit an meinen Büchern, mit Lehraufträgen, der Krankheitsbewältigung und der Kindererziehung enorm viel um die Ohren. Dennoch blieb ich nebenher an diesem Thema dran. Wie sich herausstellte, setzte sich damals weltweit gerade einmal eine Handvoll Forscher mit genau dieser Verbindung auseinander. Ich beschaffte mir jede Studie, die im Rahmen eines unabhängigen Peer-Review-Verfahrens geprüft worden war, zu dokumentierten Fällen, in denen bei einem überaktiven Immunsystem – das jeweils körperliche Entzündungen und Erkrankungen hervorrief – auch erhebliche kognitive und psychische Veränderungen beschrieben wurden.

Im Jahr 2008 entdeckte ich eine Studie, der zufolge sich bei MS-Betroffenen auch die Merkfähigkeit veränderte und sie um ein Vielfaches häufiger an Depressionen und bipolaren Störungen erkrankten als Menschen ohne Multiple Sklerose.<sup>1</sup>

2010 ergab eine Metaanalyse von 17 verschiedenen Studien, dass Lupus – eine Erkrankung, die meist in Form von systemischen Entzündungen diverser Organe in Erscheinung tritt – mit einer stark erhöhten Wahrscheinlichkeit für Depressionen und sogar Psychosen einhergeht. Erschütternde 56 Prozent aller Lupus-Patienten gaben kognitive oder psychiatrische Symptome an, darunter Konzentrationsprobleme, Affektstörungen und Lernschwierigkeiten.<sup>2</sup> Daneben geht Lupus auch mit leichten Demenzsymptomen einher.<sup>3</sup>

Im selben Jahr ergab die Durchsicht einer 30-jährigen Langzeitstudie an über drei Millionen Menschen, dass es zeitnah nach einem Klinikaufenthalt wegen einer bakteriellen Infektion um 62 Prozent häufiger zu Depressionen, bipolaren Störungen und Gedächtnisproblemen kam.<sup>4</sup>

Diverse Fallstudien in der wissenschaftlichen Literatur beschrieben eine Verbindung zwischen Rückenmarkserkrankungen (im Rückenmark entsteht ein Großteil unserer Immunzellen) und Schizophrenie. In einer Fallstudie entwickelte ein Patient, der eine Knochenmarkstransplantation von seinem Bruder erhielt (der an Schizophrenie erkrankt war), nur wenige Wochen nach der Transplantation selbst eine Schizophrenie.<sup>5</sup> In einer anderen Fallstudie empfing ein junger Mann, der an Schizophrenie und akuter myeloischer Leukämie (AML) erkrankt war, Knochenmark von einem gesunden Spender, und mit der Leukämie verschwand auch seine Schizophrenie.<sup>6</sup>

Doch so eindrucksvoll solche Berichte auch sein mögen, zum Zeitpunkt ihres Erscheinens erschien es aus wissenschaftlicher Sicht unlogisch, dass eine körperliche Erkrankung mit einer physischen Erkrankung des Gehirns verbunden sein oder diese gar verursachen könnte.

Was lernen Schüler im Biologieunterricht über das Immunsystem? Die weißen Blutkörperchen zirkulieren als Patrouillen des Immunsystems ständig im Körper, immer auf der Suche nach Parasiten, Keimen, Pathogenen oder Umweltgiften, die wir weder sehen noch riechen können. In der Zeit, in der Sie diesen Satz hier lesen, reagiert Ihr Immunsystem auf Tausende unsichtbarer Angriffe auf Ihr Wohlbefinden. Die

Erreger-Wolke Ihres Sitznachbarn im Bus, der eben geniest hat. Die winzigen Bakterien aus dem Restchen Erde an dem Biosalat, den Sie eben zufrieden verputzt haben. Die Pilze in der Klimaanlage am Arbeitsplatz. Die Chemikalien, die von den neuen Kunststoffkisten ausgedünstet werden, in denen Sie Ihre aktuellen Steuerunterlagen sammeln. Rund um die Uhr stehen Ihre weißen Blutkörperchen bereit, um die endlose Parade körperfremder Substanzen zu beseitigen.

Wenn man sich beim Zwiebelschälen in den Finger schneidet, eilen die weißen Blutkörperchen wie ein Sanitätstrupp herbei, um jegliche Bakterien auszuschalten und das beschädigte Gewebe schnellstens wieder zu schließen. Der Daumen zeigt Entzündungszeichen – er wird rot, heiß, schwillt an und schmerzt –, während die weißen Blutkörperchen sich versammeln, um alles Nötige zu erledigen. Die Rötung, die Hitze, die Schwellung und der Schmerz irritieren uns, zeigen aber in Wahrheit, dass das Immunsystem voll im Einsatz ist.

Aber Entzündungen können auch schädliche Folgen haben. Ist der Körper zu vielen kritischen Umwelteinflüssen ausgesetzt, kann das Bataillon der weißen Blutkörperchen aus dem Ruder laufen und körpereigenes Gewebe wie Gelenke, Organe oder Nerven als „gefährlich“ einstufen. So kommt es zu Autoimmunerkrankungen wie rheumatoide Arthritis, Lupus Erythematoses, Multiple Sklerose oder Typ-1-Diabetes.

Entzündungen und Autoimmunerkrankungen können in jedem Organ oder Körpersystem auftreten. Die weißen Blutkörperchen müssen stets das Mittelmaß finden. Wenn sie sich nicht vehement genug wehren, können sich Erreger und Infektionen ausbreiten und zu Organversagen und zum Tod durch Sepsis führen. Wenn sie es jedoch übertreiben, ist der Organismus zwar vor allem Fremden geschützt, aber gleichzeitig greift das Immunsystem mit seinem ungebremsten Entzündungsgeschehen den Körper selbst an, und plötzlich hat man eine ganz neue Krankheit. (Meine Erkrankung begann damals mit einem Magen-virus. Diesen Infekt haben meine weißen Blutkörperchen besiegt, sind

dabei aber weit über das Ziel hinausgeschossen und haben auch die Myelinscheiden um meine Nerven attackiert, was zum Guillain-Barré-Syndrom führte.)

Es gibt nur ein Organ im menschlichen Körper, von dem die Wissenschaft mehr als 100 Jahre lang glaubte, dass es vom restlichen Immunsystem unabhängig sei, und zwar das Gehirn.

Denn wenn das Immunsystem das Gehirn nicht erreichen (und dort nicht das Kommando übernehmen) kann, kann es sich weder entzünden noch vom Entzündungsgeschehen beeinträchtigt werden.

Als ich mit meiner Internistin über die kognitiven Veränderungen sprach, die während der physischen Krankheitsschübe auftraten, gingen wir davon aus, dass diese Symptome rein psychisch bedingt seien. Schließlich beharrten die Lehrbücher seit Jahrzehnten darauf, dass körperliche Erkrankungen das Gehirn nicht erreichen konnten. In der Neurowissenschaft und an den Medizinfakultäten herrschte lange die Ansicht vor, das Gehirn sei „immunprivilegiert“. Man hatte einmütig geglaubt, dass das Immunsystem zu jedem Organ im Körper Zugang hätte – nur nicht zum Gehirn. Entzündungen im Gehirn waren somit nur bei einer äußerlichen Kopfverletzung oder bei Infektionen denkbar, die direkt das Hirngewebe angriffen, zum Beispiel bei einer Meningitis. Ansonsten könne das Gehirn schlichtweg selbst keine Entzündungsreaktion erzeugen.

Anatomisch betrachtet erschien diese Theorie einleuchtend. Wenn der entzündete Daumen anschwillt (und selbst wenn er doppelt so dick wird), kann die Haut sich – unter Schmerzen – so dehnen, dass sie die innere Schwellung aushält. Das Gehirn hingegen steckt im knöchernen Schädel fest und kann sich nirgendwohin ausdehnen. Baut sich hier zu viel Druck auf, überlebt das Gehirn das nicht (und der Mensch auch nicht). In extremen Fällen kann das Gehirn nach einem schweren Kopftrauma, zum Beispiel durch einen Autounfall, durchaus anschwellen. Dann muss der Hirndruck gelindert werden, indem der Schädel

chirurgisch geöffnet wird. Anatomen hatten somit gute Gründe für die Annahme, dass das Gehirn vom Immunsystem abgekoppelt sei.\*<sup>7</sup>

Ab 2011 jedoch kamen in der Forschung zunehmend Zweifel an diesem Dogma auf. Neurowissenschaftler und Immunologen fragten sich: Könnte das Gehirn von entzündlichen Prozessen in Mitleidenschaft gezogen werden – und wenn ja, wie?

Doch auf diese Fragen gab es keine Antworten.

Gegenüber meiner Literaturagentin erwähnte ich gelegentlich mein Projekt „Brain Flame“. Sie übernahm dann gern die Rolle des *Advocatus Diaboli* und fragte: „Aber wenn wir nicht wissen, wie oder warum das Gehirn vom Immunsystem des Körpers angegriffen werden kann, wie soll dann ein überaktives Immunsystem zu einer hirnorganischen Erkrankung führen?“

Damals – in den Jahren 2011 und 2012, bevor die bahnbrechenden Erkenntnisse gewonnen wurden, um die es in diesem Buch geht – konnte ich tatsächlich nicht nachweisen, dass das Gehirn bei körperlichen Erkrankungen miterkranken kann. Niemand verstand so richtig, inwiefern eine körperliche Immunstörung eine psychiatrische oder neurodegenerative Erkrankung oder auch kognitiven Abbau auslösen könnte. Das Gehirn war immunprivilegiert, basta.

Doch während ich mit meiner Agentin redete, begannen sich die ersten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu überschlagen, und plötzlich gab es überraschende Antworten auf Fragen, die mich mehr als fünf Jahre nicht losgelassen hatten. In rascher Folge wurden nachweisliche

\* Der hartnäckige Glaube an das Immunprivileg des Gehirns hängt auch mit dem wissenschaftlichen Verständnis der Blut-Hirn-Schranke zusammen, einer komplexen Anordnung von Zellen im Umfeld der Blutgefäße, die das Gehirn versorgen. Diese Gefäße sind so dicht gepackt, dass sie keine Partikel aus dem Blut und Körper ins Gehirn übertreten lassen, auch keine Immunzellen. Die Unbestechlichkeit der Blut-Hirn-Schranke galt lange als Beleg dafür, dass das Gehirn dem Immunsystem nicht zugänglich und daher immunprivilegiert sei.

Verbindungen zwischen der Gesundheit von Immunsystem und Gehirn entdeckt.

Und all diese Entdeckungen rankten sich um einen winzigen Zelltyp, dessen gesundheitliche Bedeutung für den Menschen man 100 Jahre lang weitgehend übersehen hatte. Diese täuschend kleinen Zellen, die Mikroglia, waren für die psychische und kognitive Gesundheit immer als unbedeutend erschienen. Doch 2012 kam es zu einem echten Durchbruch, denn die kleinen Mikroglia hatten tatsächlich enormen Einfluss auf den Schutz, die Reparatur und den Wiederaufbau der Milliarden Neuronen im Gehirn mit ihren Billionen an Synapsen. Sie konnten aber auch eine Schneise der Verwüstung schlagen und alles zerstören, was ihnen in die Quere kam.\* Die Wissenschaft hatte nicht geahnt, dass die Mikroglia in Wahrheit die *weißen Blutkörperchen des Gehirns* darstellen und über dessen Wohl und Wehe entscheiden.

Die fünf Jahre von 2012 bis 2017 erwiesen sich als Wasserscheide für Neurowissenschaft und Immunologie, die angesichts der Entdeckungen zum tatsächlichen Einfluss der Mikroglia auf die Gehirngesundheit zu einer Fachrichtung verschmolzen.

In diesen Jahren stellte sich auch heraus, dass die Mikrogliazellen im Gehirn direkt und indirekt ständig im Dialog mit den Immunzellen des Körpers stehen: Bei einer Entzündung im Körper laufen fast unweigerlich auch im Gehirn Immunveränderungen ab. Und diese Veränderungen der Immunlage im Gehirn können als kognitive oder neuropsychiatrische Erkrankungen manifest werden.

Derartige Immunveränderungen können die Synapsen und die Nervenverbindungen selbst dann beeinflussen, wenn keinerlei Hinweis auf eine körperliche Erkrankung vorliegt.

Das wiederum bedeutet, dass wir die innere Gesundheit des Gehirns in einer Form durchschauen könnten, die bis vor wenigen Jahren völlig

\* Synapsen sind die kleinen Spalte zwischen den Neuronen, an denen elektrische und chemische Signale von einem Neuron zum nächsten übertragen werden.

undenkbar erschien. Seit wir wissen, dass Mikroglia das Gehirn reparieren, aber eben auch zerlegen können, kann die Wissenschaft sich bei der Erforschung des gesunden und des kranken Gehirns ein völlig neues Organisationsprinzip zugrunde legen.

Während Forscher auf der ganzen Welt glänzende Augen bekamen, sickerte dieses Wissen allerdings noch nicht zu den Patienten durch, für deren Gesundheit es so wichtig wäre.

Als Wissenschaftsjournalistin hatte ich immer wieder beobachtet, wie neue Erkenntnisse erst nach vielen Jahren die Patienten erreichten, die dieses Wissen am dringendsten benötigten. Mein Ziel beim Schreiben war somit klar: Ich wollte von den Ergebnissen berichten, die Leiden lindern können, um die Lücke zu schließen zwischen den Erkenntnissen der Wissenschaft und dem Informationsvakuum seitens der Patienten, damit sie ein möglichst gesundes Leben führen konnten.

Also begab ich mich auf eine Recherchereise, bei der ich mich in die faszinierenden aktuellen Mikroglia-Studien vertiefte, sie analysierte und zu begreifen versuchte, inwiefern diese kleinen Zellen zur Entstehung, aber auch zur Heilung von hirnrorganischen Erkrankungen beitragen.\*

Dieses Buch schildert die Geburtsstunde eines wahrhaft umwälzenden Paradigmenwechsels der Medizingeschichte – die Bedeutung der Mikrogliazellen für die Hirngesundheit –, ihre Erforschung und ihre langfristige Bedeutung. Denn in diesen Winzlingen steckt ein Potenzial zur Transformation der menschlichen Gesundheit. Sie können uns

\* Es mag den Anschein haben, dass ich in diesem Buch nicht ausreichend darauf eingehe, wie unsere Denkmuster, Emotionen, Gefühle und Grübeleien unsere Schaltkreise im Gehirn auf die Dauer beeinflussen, und wie das geduldige Umprogrammieren solcher negativer Muster mithilfe von kognitiver Verhaltenstherapie und Achtsamkeitstraining das Gehirn über neue Synapsenreaktionen verändern kann. Wer meine Bücher kennt, weiß, dass ich in *The Last Best Cure* (2013) und *Wenn die Kindheit krank macht* (2019) entsprechende Forschungsergebnisse aus der Psychoneuroimmunologie vorstelle. Dort geht es darum, wie sehr Lebensereignisse, Traumata, Denkfallen und Einstellungen Gehirn und Immunsystem, aber auch gegenwärtige emotionale Erfahrungen beeinflussen.

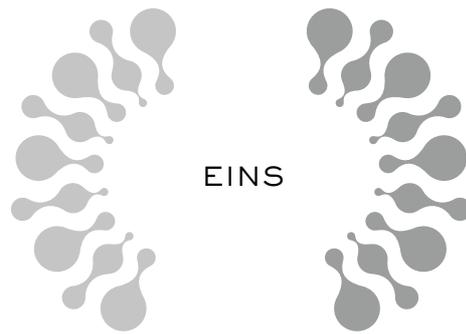
helfen, das Gehirn in einer Form zu reparieren, von der wir bisher nur träumen konnten. Ich lade Sie ein auf eine Entdeckungsreise zu den aufregendsten Heilungsaussichten, über die ich in meiner mehr als 30-jährigen Laufbahn als Wissenschaftsjournalistin berichtet habe.

Ich gehe davon aus, dass Sie – wie ich – dabei erkennen werden, wie und warum diese Erkenntnisse über Mikroglia viele althergebrachte, nachvollziehbare Thesen zu den Verbindungen zwischen Körper, Geist und Gehirn auf den Kopf stellen und warum sie eindeutig ergeben, dass das Gehirn wirklich ein Immunorgan ist, das von diesen ebenso mächtigen wie rätselhaften Zellen gesteuert wird. Wir werden dabei einige Patientinnen begleiten, deren Leben durch unser gewachsenes Verständnis für diese Zellen als Freund und Feind des Gehirns eine völlig neue Wende nehmen konnte.

Denn wir erfahren auch von neuartigen Verfahren, mit deren Hilfe man die Aktivität der Mikroglia auf Neustart setzen und neu ausrichten kann, um ihre Angriffslust zu stoppen, damit die Neuronen und Synapsen im Gehirn nachwachsen und heilen können.

Daneben erhalten wir einen Einblick in die Fortschritte führender Labore, wo eine Handvoll furchtloser, engagierter Neurobiologen (und Neurobiologinnen!) durch die Entdeckung der unglaublichen Macht der Mikroglia die Zukunft der menschlichen Gesundheit dauerhaft verändert hat.

Und vielleicht sogar Ihre persönliche Zukunft.



## Wie man in der Neurobiologie landet

---

Wer Beth Stevens Büro in Boston, Massachusetts, betritt, wo sie als Associate Professor der Neurologie für das Boston Children's Hospital und für Harvard arbeitet, sieht zuerst ein riesiges Whiteboard. Im Zentrum befindet sich eine mit hellgrünem Leuchtstift erstellte, detaillierte Zeichnung einer Mikrogliazelle. Aus der blobartigen Mitte ragen tastende Tentakel heraus, die jeweils auf eine handschriftliche Liste der Projekte zur Grundlagenforschung weisen, die aktuell in Stevens Labor laufen, und mit den Terminen dafür. Sehr praktisch.

Es ist fünf Uhr nachmittags. Stevens 10-jährige Tochter Riley macht gerade an dem Kinderschreibtisch neben dem Tisch ihrer Mutter die Hausaufgaben fertig. Rileys helles Haar – weizenblond wie das ihrer Mutter – ist zu akkuraten Zöpfen geflochten. Das Mädchen schiebt die Brille hoch, marschiert zu der eindrucksvollen Tafel und schnappt sich einen Stift und einen Whiteboard-Schwamm. Ihre blauen Augen – die ebenfalls denen ihrer Mutter gleichen – glitzern schelmisch.

„Riley, nicht die Tafel wischen!“, ruft Beth. Ihre Stimme vermittelte gespielte mütterliche Strenge. „Wenn diese Tafel abgewischt wird, passieren hier die verrücktesten Dinge!“

In diesem Moment kommt ihr Mann Rob herein, um Riley abzuholen. Er begrüßt mich freundlich und deutet dann schmunzelnd auf eine silberne Espressotasse auf Stevens Schreibtisch. Die Tasse dampft noch.

„Ja, ich hatte gerade noch ein Tässchen Espresso“, sagte sie lächelnd zu ihrem Mann. Auf ihrem Tisch steht auch eine große Tasse mit der Aufschrift *Death Wish Coffee*. Sie zuckt entschuldigend mit den Schultern und sieht mich an. „Solche Tassen bekomme ich von meinen Mitarbeitern. Denken Sie sich einfach Ihren Teil.“

Nach einem Abschiedskuss für Tochter und Mann begeben wir uns auf eine Laborführung. Stevens trägt ein elegantes, olivgrünes Sommerkleid und hat das blondgewellte Haar ordentlich mit einer silbernen Spange aufgesteckt. Dann zeigt sie auf mehrere Stapel Studien unter ihrem Schreibtisch. „Die muss ich alle noch lesen!“, lacht sie. Über ihrem Schreibtisch hängen Fotos ihrer Töchter, Riley und Zoe, an einer Pinnwand, dazwischen einige liebevolle Kunstwerke aus dem Vorschulalter. Ein Foto zeigt das Strandhaus auf Cape Cod, wo sie und Rob jeden Sommer Urlaub machen. Stevens zeigt stolz auf ein Foto, auf dem sie eine junge Frau mit Talar und Doktorhut umarmt. Beide strahlen. „Meine erste Doktorandin“, sagt sie. Hinzu kommen mehrere Collagen mit Dutzenden Fotos der vielen Menschen, mit denen sie in den letzten zwanzig Jahren zusammengearbeitet hat. „Wenn ich mal im Stress bin, macht es mich sehr glücklich, all diese Gesichter zu sehen“, erklärt sie.

Vor ihrem Büro steht eine Espressomaschine, die Stevens dem Labor spendiert hat. Sie weist auf die zwei Auslässe hin, „damit zwei Leute gleichzeitig nachtanken können.“ (Eine Kollegin ihres Fachgebiets verglich Beth Stevens einst mit einem „vierfachen Espresso“, was durchaus eine zutreffende Beschreibung ist.<sup>1)</sup>)

Für Kinder, die (wie Riley) nach der Schule ein paar Stunden ins Labor kommen, um dort ihre Hausaufgaben zu erledigen, bis ihre Mütter (ja, ein Großteil des Teams ist weiblich) nach Hause gehen, steht ein Teller Kekse bereit.

Zwischen den Mikroskopen und Bildschirmen steht aber auch eine Apparatur, die ich in einem Biologielabor noch nie gesehen habe: Eine Mini-Brauerei. „Meine Studierenden und Postdocs brauen hier unser Hausbier“, grinst Stevens. „Wir nennen es Mikroglia-Ale.“

Stevens Labor ist ein Ort, wo Forschen Spaß macht, umtriebiger und einladender, koffeinschwanger und zugleich ein Zuhause. An diesem Tag arbeiten fünfzehn Postdocs und Studierende an ihren jeweiligen Projekten. Stevens leitet noch ein zweites, kleineres Team am Broad Institute, einem Forschungszentrum für Biomedizin und Genomik, und ist eine gefragte Sprecherin bei neurowissenschaftlichen Konferenzen auf der ganzen Welt, wo sie von ihren umwälzenden Fortschritten im Zusammenhang mit den winzigen, bisher weitgehend übersehenen Mikroglia berichtet.

Aber so war es nicht immer.

Dass Beth Stevens in der Neurobiologie landete, war mehr oder minder ein Zufall.

## Ich studiere etwas mit „Natur“

Aufgewachsen ist Beth Stevens in der kleinen Industriestadt Brockton, Massachusetts, die historisch für ihre Schuhproduktion bekannt ist. Ihr Vater leitete dort eine Grundschule im Stadtzentrum, ihre Mutter war Lehrerin an einer anderen Grundschule, von der es nicht so weit nach Hause war. Bücher zu lesen oder spielerische Rechenaufgaben gehörten damit zum Alltag. Stevens war genauso lesewütig wie der Rest der Familie, legte aber auch eine aktive Wissbegier an den Tag.

Sie konnte stundenlang im Garten Steine umdrehen, auf Bäumen sitzen und die Unterseiten der Blätter betrachten, ihre Finger mit Harz verkleben und Insekten beobachten, denn sie interessierte sich für die größtenteils unbeachteten Zusammenhänge in ihrer natürlichen Umgebung.

Als in der Mittelstufe der obligatorische Frosch seziiert werden musste (für viele ihrer Mitschüler ein Albtraum), zögerte Stevens nicht im

Geringsten. „Ich fand es unglaublich spannend, zu sehen, wie ein Froschkörper im Inneren aufgebaut ist“, sagte sie und trinkt einen Schluck Espresso. Wir sitzen wieder an ihrem Schreibtisch. Und so ging es weiter. „Ich weiß, es klingt irritierend, aber wenn ich ein totes Eichhörnchen oder ein Opossum am Straßenrand fand – ja, überfahren, natürlich ein Jammer! –, habe ich vorsichtig mit einem Stock daran herumgestochert, um einen Blick in den Körper zu werfen. Ich wollte verstehen, wie so ein Körper funktioniert und warum das Tier gestorben war.“

Schon damals hielt sie es für unglaublich wichtig und interessant, den Dingen auf den Grund zu gehen.

Aber in ihrer Familie arbeitete niemand naturwissenschaftlich. Alle aufregenden Entdeckungen in der Biologie, von denen sie las, stammten von Männern. Als sie heranwuchs, hatte sie daher immer das Gefühl, ein bisschen merkwürdig zu sein – anders als alle anderen. „Ich kam gar nicht auf den Gedanken, dass ich so etwas beruflich machen könnte“, meint sie im Rückblick.

Das änderte sich jedoch, als sie an der Highschool einen Aufbaukurs in Biologie besuchte. Ihr Lehrer erkannte ihr Interesse und erzählte ihr von ehemaligen Schülerinnen, die in die Forschung gegangen waren. Er hatte noch einen Zweitjob an einem medizinischen Labor, aus dem er gelegentlich Projekte in den Unterricht einbrachte. „Wir füllten Petrischalen mit verschiedenen Nährmedien, warfen die Bunsenbrenner an, und ich dachte nur: *Wow, so etwas kann man also beruflich machen?*“, erzählt Beth.

Nach ihrem Abschluss an der Highschool belegte sie 1988 einen Kurs in Biologie und Labormedizin an der Northeastern University of Boston, doch ihr Ziel war damals noch das Medizinstudium. Dann jedoch half sie während eines Praktikums in einem Krankenhauslabor bei der Suche nach dem Erreger einer Lebensmittelinfektion. Es ging um Bakterien, *Listeria monocytogenes*, die in Würsten aus dem Supermarkt lauerten.

Nach ihrem Abschluss ging sie auf die Suche nach einem Job, der sich im Lebenslauf gut machte, ihr aber genügend Zeit ließ, um für die

Aufnahmeprüfung für das eigentliche Medizinstudium zu lernen. Ihr damaliger Freund und späterer Mann, Rob Graham, arbeitete bereits in Capitol Hill in Washington, D. C. Stevens wollte ins Labor, und eines der besten und größten Labore der Welt lag am Rande der Stadt: die National Institutes of Health.

Das war 1993. „Wir zogen also nach D. C., und ich wollte vorläufig ein paar Monate in einem Schnellimbiss in der Nähe der NIH arbeiten, bis ich etwas Passendes fände“, erinnert sich Beth. „In der Pause zog ich die Schürze aus und rannte hinüber zum Institut, studierte die Stellenausschreibungen und gab meine Bewerbung ab.“ Abends las Stevens Fachzeitschriften, und dabei entdeckte sie den „sehr seltsamen und faszinierenden Fall einer Frau mit einem Parasiten im Auge“, wie sie sagt. „Da dachte ich, ich würde wirklich gern im Bereich Infektionskrankheiten arbeiten.“ Sie bewarb sich dutzendfach, unter anderem bei einem Nobelpreisträger, der Infektionskrankheiten und insbesondere HIV erforschte.

Nach zehn Monaten auf Jobsuche kam ein Anruf aus dem HIV-Labor. Man bot ihr eine Stelle als Laborantin an. Sie war 22 Jahre alt und glaubte, ihren Traumjob gefunden zu haben. „Aber dann kam zur gleichen Zeit noch ein zweiter Anruf – von einem Wissenschaftler, bei dem ich mich gar nicht beworben hatte“, berichtet sie.

Doug Fields war zum damaligen Zeitpunkt ein junger Neurobiologe, der bei den NIH ein neues Labor aufbaute. Sein Anruf kam für Stevens überraschend. „Er sagte, er hätte in der Personalabteilung die abgelehnten Bewerbungen durchgeblättert, und meine sei dabei gewesen.“ Und dann erklärte er ihr, dass er die Aktivitätsmuster von Neuronen und deren Einfluss auf die Gehirnentwicklung erforschen würde.\*

„Aber die Neurowissenschaften hatte ich damals einfach nicht auf dem Radar“, sagt Stevens. Sie war fasziniert von Viren und Infektions-

\* Damals befasst sich Fields mit der Frage, wie neuronale Impulse die neuronale Genexpression und Entwicklung beeinflussen.

krankheiten und wollte viel lieber HIV erforschen. Also schlug sie Doug Fields Angebot aus.

Doch das Leben nimmt mitunter seltsame Wendungen. „An meinem ersten Arbeitstag im HIV-Labor des Nobelpreisträgers teilte man mir mit, sie hätten einen Einstellungsstopp. Sie hätten leider vergessen, mir mitzuteilen, dass ich den Job jetzt doch nicht mehr haben könne“, fährt Beth fort. „Ich war am Boden zerstört. Am nächsten Tag stand ich wieder im Restaurant und servierte den Gästen Burritos. In fast einem Jahr auf Arbeitssuche hatte man mir nur zwei vernünftige Stellen angeboten.“ Sie lacht. „Und die eine hatte ich ausgeschlagen.“

Aber Beth Stevens ist keine Frau, die so leicht aufgibt, und so knobelte sie einen gewagten Plan aus. „Ich hatte zu viel Stolz, um Doug anzurufen und zu fragen, ob die Position noch vakant sei. Wenn er sie inzwischen besetzt hätte, würde ich im Boden versinken.“ Also setzten Beth und Rob sich in ihrer kleinen Wohnung in D. C. an den Küchentisch und riefen von dort aus in Dougs Labor an. Rob gab sich für einen frischen College-Absolventen der Biologie aus, der auf der Suche nach einem Einstiegsjob sei. Doug stellte ihm einige technische Fragen zu seiner (angeblichen) Laborerfahrung. Rob schrieb mit und schob Beth regelmäßig seine Notizen über den Tisch: „Was heißt das?“ Sie schrieb schnell die passenden Antworten und gab es ihm zurück. Als Rob auflegte, strahlte er Beth an: „Er sucht immer noch!“

Stevens erinnert sich lachend an dieses kleine Täuschungsmanöver.

„Ich wartete zwei Wochen, damit es nicht so auffiel, und dann rief ich Doug an und fragte ihn, ob er immer noch Leute suche.“ Und wunderbarerweise bot er ihr erneut eine Stelle an. „Diesen Job anzunehmen, war eine der besten Entscheidungen meines Lebens.“

## Im Laborfieber

In Doug Fields Labor ging Stevens sofort an die Arbeit. Ihre erste Aufgabe war die Züchtung von Myelin, jener weißen, fetthaltigen Substanz,

die sich schützend um die Nervenzellen legt. „Wochenlang las ich Fachartikel und rief Kollegen an, um mich zu informieren, wie man Myelin züchtet“, sagte sie. Als es schließlich klappte, starrte sie begeistert auf ihre Petrischale. „Es war unglaublich. Ich konnte mich kaum sattsehen. Das war’s. Ich hatte voll angebissen.“

In der Zwischenzeit war Fields bereits dazu übergegangen, die Funktion der Schwann-Zellen zu enträtseln, eines Zelltyps, der an der Gehirnentwicklung beteiligt ist. Schwann-Zellen gehören zu den Gliazellen, einer Gruppe nicht-neuronaler Zellen im Gehirn, über die man damals nur wenig wusste. Die Wissenschaft stimmte zu diesem Zeitpunkt überein, dass Gliazellen im Gehirn die eher unspektakuläre Aufgabe innehätten, die Neuronen und Synapsen zu unterstützen.

Fields interessierte sich für die Schwann-Zellen, weil sie während der Embryonalentwicklung das Myelinwachstum fördern, was wiederum der Neuronalentwicklung half.<sup>2</sup> Neuronen waren 1993 für die wissenschaftliche Community schon mehr als zehn Jahre das ultimative Forschungsthema. Immerhin waren sie für die Entstehung von Billionen an Synapsenverbindungen zuständig, die wir Menschen zum Denken, Fühlen, Erinnern, Lernen und Lieben brauchen, für jede Wahrnehmung und jeden Gedanken.

Den Neuronen schien die Schlüsselrolle für Psyche, geistige Gesundheit und Gedächtnis zuzukommen. Die Gliazellen hingegen spielten nur eine Nebenrolle: Sie kümmerten sich um die Bedürfnisse der Neuronen, als wären sie das Gefolge eines wichtigen Schauspielers.

Jeder Embryo wächst aus einem Knäuel Stammzellen heran. Im Verlauf der Embryonalentwicklung differenzieren sich diese Stammzellen zu unterschiedlichen Zelltypen, aus denen die verschiedenen Organe und Körpersysteme heranwachsen. Manche Stammzellen werden beispielsweise zu Keratinzellen, die später Haare und Nägel bilden. Andere werden zu Organzellen und bilden schließlich Herz- oder Lebergewebe. Wieder andere werden zu Nervenzellen (im Körper) oder Neuronen (im Gehirn).

Die kleine Gruppe der nicht-neuronalen Gliazellen im Gehirn umfasste vier Zelltypen, darunter die Schwann-Zellen. Sie entwickelten sich jedoch aus unterschiedlichen Ausgangszellen, und man spekulierte noch über ihre jeweilige Rolle im Gehirn. Die Oligodendrozyten unter den Gliazellen entstanden während der Embryonalentwicklung aus derselben Stammzellfamilie wie die Schwann-Zellen; sie unterstützten auch das Myelinwachstum. Eine dritte Form der Gliazellen, die Astrozyten, stammten aus derselben Stammzellfamilie wie die Neuronen; sie beeinflussten das Wachstum von Neuronen und Synapsen.

Es gab jedoch noch eine vierte Art Gliazellen, für die sich die Wissenschaft in Bezug auf die normale Hirnfunktion kaum interessierte: *Mikroglia*.

„Man hielt Mikroglia damals nicht für sonderlich wichtig im Hinblick auf eine gesunde Hirnentwicklung“, erklärt Beth im Rückblick. Ihre Schwierigkeiten, unter Laborbedingungen Myelin zu züchten oder andere Experimente durchzuführen, hingen damit zusammen, dass ihre Petrischalen häufig mit Mikrogliazellen kontaminiert waren. „Die Mikroglia haben meine Experimente ruiniert“, sagt Stevens. Heute lächelt sie über die Ironie dieser Erkenntnis. „Sie schmuggelten sich in meine Kulturen oder auf den Reagenzträger, wenn ich mir andere Zellen näher ansehen wollte. Und ich stöhnte: ‚Oh nein, nein, nein, nicht schon wieder diese lästigen kleinen Mikroglia!‘“

Stevens war nicht die Einzige, die diese kleinen Zellen verabscheute. In einer Zeit, als die NIH (National Institutes of Health) immer mehr Gelder für die Hirnzellforschung bereitstellten, waren Mikroglia die einzigen Hirnzellen, die offenbar nicht auf dem Radar der Neurowissenschaftler standen. Punktum. Wer über Mikroglia sprach, verfluchte sie (wie Stevens) meist im gleichen Satz.

Im Grunde genommen wusste man nur zwei Dinge über diese Zellen: Sie waren winzig (deshalb das „Mikro-“ in der Bezeichnung). Und sie waren langweilig.\* Mikroglia schienen genau eine Aufgabe zu haben:

\* Erstmals beschrieben wurden Mikroglia Anfang des 20. Jahrhunderts von Pío del Río Horteiga, einem Studenten von Santiago Ramón y Cajal, der gemeinhin als der erste

Starb ein Neuron, transportierten sie es ab. Sie räumten auch Zellen weg, die im Rahmen der natürlichen Alterung starben. Sie waren die bescheidene Müllabfuhr des Gehirns. Praktische Haushaltsroboterchen, weiter nichts.

Andererseits war Stevens fasziniert davon, dass dieser lästige kleine „Zimmerservice“ zahlenmäßig nicht zu unterschätzen ist – er macht über ein Zehntel unserer Gehirnzellen aus. Trotz dieser hohen Zahl hatte jedoch kaum jemand ihre Aktivitäten gründlicher unter die Lupe genommen oder verfolgt, wozu diese Winzlinge tatsächlich in der Lage waren. „Die Neurowissenschaft hatte da einen blinden Fleck“, sagte Stevens.

Sie behielt diese Tatsache zwar im Hinterkopf, ging dem Thema Mikrogliosa aber nicht weiter nach.

Nach wie vor wollte sie Medizin studieren. Als Fields eines Tages sah, wie sie für die Aufnahmeprüfungen lernte, stellte er fest, dass er jemand anderen für ihren Job würde finden müssen, wenn sie ihr Studium aufnähme. „Da wurde mir bewusst, dass ich meinen Job keinesfalls hergeben wollte“, erinnert sich Stevens. „Die Vorstellung, das Leben unter dem Mikroskop zu erforschen, war für mich viel faszinierender, als Patienten im Krankenhaus zu untersuchen.“

Außerdem glaubte Stevens an das Potenzial ihrer Arbeit. Irgendwann würde daraus „ein neues Verständnis für die Signalwege von Krank-

Neurowissenschaftler der Welt gilt. Als ihm diese Zellen auffielen, bezeichnete er sie als Mikrogliosa und ordnete sie derselben Gruppe zu wie die drei anderen Gliazellformen. Später untersuchte man die Mikrogliosa und ihre Aufgaben bei Hirnverletzungen und Infektionen, die unmittelbar das Gehirngewebe angreifen (wie Meningitis), genauer. Margaret M. McCarthy, Ph. D., eine Professorin für Neurowissenschaft, die an der University of Maryland School of Medicine forscht, drückt es so aus: „Mikrogliosa waren offenbar nur im Zusammenhang mit Verletzungen oder für normale Standardaufgaben von Belang. Ansonsten schienen sie zu ‚schlafen‘, also tatenlos herumzusitzen und gar nichts zu tun. Niemand kam auf die Idee, dass Mikrogliosa Einfluss auf die gesunde Hirnfunktion oder die normale Gehirnentwicklung des Menschen haben könnten.“

heiten“ erwachsen, erzählt sie, das vermutlich dazu beitragen könnte, „Krankheiten bei Patienten vorzubeugen oder zu behandeln.“ Also zog sie ihre Bewerbungen für Medizin zurück und übernahm für Fields die Stelle der Laborchefin. Mit seiner Unterstützung wurde sie 1994 Doktorandin für Neurowissenschaften an der nahe gelegenen University of Maryland.

Zeitweise wurde zwischen all den Experimenten, ihren Führungsaufgaben und der Arbeit an ihrer Doktorarbeit die Zeit derart knapp, dass sie sich abends „aus Wechselklamotten und Mänteln unter dem Konferenztisch ein kleines Lager auf dem Boden baute und dort schlief, um zwischendurch nachsehen zu können, ob es mit den Experimenten voranging.“

Knapp zehn Jahre nach ihrem beruflichen Einstieg bei Fields erhielt Beth Stevens ihren Dokortitel in Neurowissenschaften.

## Verkappte Perlen

2004 erhielt Stevens eine Einladung, ihre Postdoc-Studien im Labor eines anderen führenden Glia-Experten fortzusetzen, bei Ben Barres, Ph. D., aus Stanford. Der Biologe war seinerzeit weltweit führend in der Glia-Forschung und untersuchte damals vor allem Astrozyten und ihren Einfluss auf Neuronen. Allerdings interessierte auch er sich zunehmend für die Frage, was genau Mikroglia denn im Gehirn taten. Und das wollte auch Beth nun wissen. Ohnehin war es für sie an der Zeit für einen Karrieresprung, denn in der Postdoc-Phase gilt es für Wissenschaftler als „beruflicher Selbstmord“, keinen Ortswechsel vorzunehmen. Also packten Beth und Rob ihre Sachen zusammen und zogen quer durchs Land ins kalifornische Palo Alto.

Etwa zur selben Zeit stand endlich eine neue Methode zur Verfügung, um hochaufgelöste bewegte Bilder von Prozessen im Gehirn zu gewinnen. Selbst die kleinsten Zellen ließen sich damit zu riesigen visuellen Projektionen vergrößern. In jenem Jahr hielt ein Kollege bei einem