



Aileen
Burford-Mason

Was das Gehirn essen will

Mentale Power durch
richtige Ernährung



Klett-Cotta

Schädigung verursachte die Verhaltensveränderungen, die bei Phineas Gage beobachtet wurden.²

Phineas Gage starb im Alter von 37 Jahren, zwölf Jahre nach seinem Unfall, nach einem epileptischen Anfall in San Francisco.

Das Mikroskop enthüllt weitere Geheimnisse

Inzwischen deckte die sich entwickelnde Wissenschaft der Mikroskopie weitere Geheimnisse des Gehirns auf. Mitte des 17. Jahrhunderts hatte der englische Universalgelehrte Robert Hooke (1635–1703) ein Vergrößerungsglas benutzt, um ein kleines Stückchen Kork zu untersuchen. Was er sah, deutete darauf hin, dass der Korkstoff ganz und gar mit Luft gefüllt war, die in kleinen, voneinander getrennten Kammern vollkommen eingeschlossen war. Da diese Kammern von der Form her so ähnlich aussahen wie die kleinen Räume oder Zellen, die von Mönchen in Klöstern bewohnt werden, bezeichnete Hooke diese Gebilde als »Zellen«.³ Ohne es zu wissen, hatte er gerade den Grundbaustein aller Lebensformen, von Pflanzen bis hin zu Tieren und Menschen, entdeckt.

Als die Optik sich weiterentwickelte, wurde das Vergrößerungsglas durch das Mikroskop ersetzt. Selbst diese anfangs noch groben Geräte offenbarten so viele Feinheiten und Details der Hirnanatomie wie nie zuvor. Mit neueren Methoden wurde das empfindliche, geleeartige Hirngewebe »fixiert«: Man tränkte es in Alkohol oder Formaldehyd, um es haltbarer zu machen und um es in dünne, fast durchsichtige Scheiben schneiden zu können. Eine Vielzahl von Färbetechniken wurde entwickelt, um verschiedene innere Strukturen der Zellen hervorzuheben und sichtbar zu machen.

Doch die Wissenschaft schreitet selten auf so direktem Wege voran, dass sie quasi einfach die Punkte wie beim Malen nach Zahlen verbindet. Sehr häufig führen widersprüchliche Auffassungen dazu, dass sich gegnerische Parteien bilden, die alle behaupten, dass ihre Deutung der wissenschaftlichen Beobachtungen die korrekte sei. Obwohl die Wissenschaftler sich einig waren, dass die Zelle die Grundeinheit aller Lebensformen bildete, wurde bezweifelt, dass die Zelltheorie auch auf das Gehirn und das Nervensystem zutraf. Der spanische Pathologe Santiago Ramon y Cajal (1852–1934) vertrat als

Erster die Ansicht, dass die im Gehirn beobachteten Zellen, die sogenannten Neuronen, die grundlegenden Funktionseinheiten des Gehirns und des Nervensystems seien, und eine wachsende Zahl anderer Wissenschaftler teilte diese Auffassung. Eine andere Gruppe war jedoch überzeugt, dass nicht diese Zellen, sondern das unter dem Mikroskop sichtbare dichte Netz (Retikulum) feiner Fasern für die Funktionsweise des Gehirns zuständig war.

Gib es weiter

Heute wissen wir, dass es sich bei diesen Fasern um Fortsätze der Neuronen handelt, die nicht unabhängig von ihnen existieren. Jedes Neuron hat drei verschiedene Bereiche. Der größte und offensichtlichste Zentralteil ist das Soma oder der Zellkörper, der den Zellkern beherbergt. Davon gehen zahlreiche dürre Zweige, die sogenannten Dendriten, nach außen ab, die sich selbst wiederum - häufig weitreichend - verzweigen und in ihrer Gesamtheit als Dendritenbaum bezeichnet werden. Dendriten nehmen chemische Signale von anderen Neuronen auf und transportieren sie zum Zellkörper, der sie dann zu anderen Zellen weiterleitet. Ein völlig anderer Fortsatz des Zellkörpers, das Axon, das zusammen mit seiner Umhüllung auch als Nervenfasern bezeichnet wird, hat die Aufgabe, die Impulse von der Zelle wegzuleiten.

Jede Nervenzelle besitzt zahlreiche Dendriten, aber nur ein Axon, das zum Teil sehr lang sein kann - so ist eine Nervenfasern, die Nachrichten von der Wirbelsäule zum kleinen Zeh überträgt, unter Umständen bis zu einem Meter lang. Die graue Substanz im Gehirn enthält den überwiegenden Teil der Zellkörper und Dendriten ebenso wie einige Axone, wohingegen sich die weiße Substanz größtenteils aus den informationsbearbeitenden Axonen zusammensetzt und weniger Zellkörper umfasst. Die Tatsache, dass der Zellkörper, die Dendriten und das Axon alle zu einer einzigen Zelle gehören, war das ganze 19. Jahrhundert hindurch noch weitgehend unbekannt, weil die Teile alle einzeln und getrennt voneinander erforscht wurden.

Da das ausgereifte Gehirn unter dem Mikroskop so unglaublich komplex aussieht, hatte Cajal die Idee, dass es einfacher sein könnte, es in früheren Entwicklungsphasen zu untersuchen. Mittels einer kurz

zuvor entwickelten neuen und verbesserten Färbetechnik behandelte er das Hirngewebe von Hühnerembryonen und wies nach, dass Zellkörper, Dendriten und Axon alle zur selben Zelle - dem Neuron - gehörten. Cajal hatte viel mit Leonardo da Vinci gemeinsam: Auch er war nicht nur ein begabter Wissenschaftler, sondern auch ein begnadeter Künstler. Seine wunderbar detailgenauen Federzeichnungen kann man heute im Cajal Institute in Madrid bewundern.

1906 erhielt Santiago Ramon y Cajal den Nobelpreis für Medizin gemeinsam mit dem italienischen Pathologen Camillo Golgi, dem Erfinder der Silberfärbung, die Cajal verwendet hatte.

Hirnwellen

Dass man versuchte, die Hirnanatomie zu verstehen, indem man Exemplare durchs Mikroskop betrachtete, war zwar eine feine Sache, aber die statischen Bilder gaben keinen Aufschluss über die Hirnaktivität. Im späten 19. Jahrhundert wurden dann spontane elektrische Signale beobachtet, die vom Gehirn ausgingen. Sie ließen sich aufzeichnen, indem man Elektroden direkt auf die freigelegten Gehirne von Kaninchen und Hunden aufsetzte. Da die Signale in ihrer Stärke variierten, nannte man sie Hirnwellen.

Der deutsche Physiologe und Psychiater Hans Berger (1873–1941) erfand die erste Maschine, die Hirnwellen beim Menschen aufzeichnete: den Elektroenzephalograph (EEG). Dazu musste man das Gehirn nicht freilegen, wie er feststellte. Man konnte die Elektroden direkt auf die Kopfhaut setzen. Die vom EEG aufgezeichneten Veränderungen der elektrischen Spannung waren gering - zehntausend Mal geringer als die einer einzelnen AA-Batterie -, doch endlich war es möglich, die Aktivität des Gehirns zu erfassen. Man konnte anfangen, dieses komplexe und geheimnisvolle Organ bei der Arbeit zu beobachten.

Das Elektroenzephalogramm bedeutete einen wichtigen Fortschritt in der Neurologie und ist heute noch genauso nützlich wie am Tag seiner Erfindung. Tierversuche zeigten, dass die Hirnwellen, kurz bevor ein epileptischer Anfall einsetzt, eine Spitze erreichen. Deshalb nutzte man das EEG im Zweiten Weltkrieg, um Piloten auf Epilepsie zu

untersuchen und ihre Flugtauglichkeit zu überprüfen. In den 1950er Jahren zeigte das EEG erstmals, dass die Hirnwellen während des Schlafs jenen von wachen Probanden sehr ähnlich waren. Bis dahin war man der Auffassung gewesen, dass das Gehirn während des Schlafs, der einfach als Ausfallzeit für das müde Gehirn betrachtet wurde, inaktiv sei. Doch das EEG besagte etwas anderes. Während des Schlafs war das Gehirn genauso rege wie in jeder wachen Phase.

In späteren Kapiteln werden wir uns ausführlicher mit dem Schlaf befassen, da man heute weiß, dass eine gesunde Nachtruhe entscheidend für eine Fülle von metabolischen und kognitiven Funktionen, einschließlich Lernen und Gedächtnis, ist. Außerdem werden wir sehen, dass ein gesunder Schlaf davon abhängt, wie unser Gehirn ernährt wird.

Der Krieg der »Funken und Suppen«

Eine wichtige Frage blieb unbeantwortet: Wie kommunizieren die Neuronen? Mitte des 20. Jahrhunderts herrschte generell Einigkeit darüber, dass Neuronen voneinander getrennt und nicht in kontinuierlichen Netzwerken verbunden sind, wie die Retikularisten des 19. Jahrhunderts geglaubt hatten. An den Verbindungsstellen von Nervenzellen, den sogenannten Synapsen, liegt ein Zwischenraum zwischen dem Axonenende des Neurons und dem Dendriten des nächsten Neurons. Die entscheidende Frage war, wie Signale diesen synaptischen Spalt überbrückten. Wie wurden Informationen von einer Nervenzelle an eine andere weitergegeben? War das Signal elektrischer oder chemischer Art?

Pharmakologen glaubten, dass Nerven durch die Freisetzung einer chemischen Substanz an der Synapse kommunizieren, während Neurophysiologen glaubten, dass ein elektrischer »Funke« von einem Neuron zum anderen springt und dadurch Informationen übermittelt. Wie sich herausstellte, hatten beide recht. Die Übertragung zwischen Nerven erfolgt tatsächlich durch direkte Bewegung von Molekülen von einem Neuron zum anderen. Otto Loewi und Henry Dale erhielten 1936 den Nobelpreis, weil sie zeigten, dass chemische Botenstoffe (Neurotransmitter) vom hinteren Ende des Axons in die Synapse entleert werden und dass diese Messengermoleküle eine schnelle

Nachrichtenübertragung ermöglichen, sowohl zwischen Neuronen als auch zwischen Gehirn und Organen und Muskeln.

Doch die Pharmakologen hatten kaum ihren Siegeszug beendet, als man elektrische Synapsen entdeckte. Erstmals in den 1950er Jahren im primitiven Gehirn des Flusskrebsses identifiziert, stellte man später fest, dass sie in allen Nervensystemen vorhanden sind. Obwohl elektrische Synapsen klar in der Minderheit sind, haben sie unverkennbar Merkmale, die sie von ihren chemischen Verwandten abheben. Erstens sind sie auf Geschwindigkeit angelegt, und die Übertragung erfolgt außerordentlich schnell - im Bruchteil einer Millisekunde. Elektrische Synapsen sind notwendig für blitzschnelle Reaktionen wie Reflexhandlungen. Zweitens steuern elektrische Synapsen die Synchronizität, wobei Neuronengruppen gleichzeitig feuern, um eine Reaktion zu verstärken. Elektrische Synapsen stimmen die Ausschüttung von Hormonen wie Adrenalin oder Cortisol ab, die in unser Kreislaufsystem strömen, wenn wir unter Stress stehen.

Die elektrische und die chemische Kommunikation zwischen den Neuronen sind beide von essenzieller Bedeutung. Sie ergänzen sich, arbeiten Seite an Seite, um eine normale physiologische Funktionsweise zu gewährleisten.

Die anderen Gehirnzellen

Die Neuronen galten zwar als Hauptakteure im Gehirn, auf die sich der Großteil der Aufmerksamkeit konzentrierte, aber es wurde auch noch eine weitere Zellart gesichtet. Anfangs wurden diese Zellen gar nicht als solche erkannt, weil sie wie ein öliger Schlick aussahen, der die Lücken zwischen den Neuronen füllte. Unter Verwendung spezieller Fixierungen und Färbungen konnte man dann später nachweisen, dass es sich um eigenständige Zellen handelte. Da man ihnen keine große Bedeutung für die Hirnfunktion beimaß und der Ansicht war, dass sie lediglich dazu dienten, die Neuronen zu stützen und an ihrem Platz zu halten, bezeichnete man sie als Gliazellen (Glia ist das griechische Wort für »Leim«).