

Faszination Gehirn



SCHWEIZERISCHE HIRNLIGA
LIGUE SUISSE POUR LE CERVEAU
LEGA SVIZZERA PER IL CERVELLO



SCHWEIZERISCHE HIRNLIGA
LIGUE SUISSE POUR LE CERVEAU
LEGA SVIZZERA PER IL CERVELLO
Postgasse 19, Postfach, 3000 Bern 8
T +41 31 310 20 91
info@hirnliga.ch, www.hirnliga.ch

Inhalt

Die Schweizerische Hirnliga: Forschung bringt Fortschritt

Seite 4

1. Die kindliche Hirnentwicklung

Seite 7

2. Was beim Lernen im Gehirn passiert

Seite 9

3. Wie sich Gehirn und Rückenmark nach Verletzungen reparieren können

Seite 13

4. Mehrsprachigkeit – ein persönlicher Erfahrungsbericht

Seite 15

5. Schlaf und Gedächtnis

Seite 17

6. Sich erinnern

Seite 20

Nützliche Adressen und Buchtipps

Seite 22

Die Schweizerische Hirnliga: Forschung bringt Fortschritt

Das Gehirn ist das wichtigste Organ des Menschen. Es gestaltet unser ganzes Leben, steuert unseren Körper, unsere Sinne und Gefühle. Kurz: Das Gehirn bestimmt, wer wir sind. Zugleich ist es mit seinen rund 100 Milliarden untereinander verbundenen Nervenzellen eine der komplexesten Strukturen im Universum. Die Wissenschaft weiss noch längst nicht alles über das Gehirn.

Die wichtigste Aufgabe der Hirnforschung besteht darin, die Entwicklung und Funktionsweise des gesunden und erkrankten bzw. geschädigten Gehirns zu verstehen, mit dem Ziel, die Krankheiten des Gehirns besser behandeln zu können. Dass die Neurologen auf einem guten Weg sind, beweisen zum Beispiel die Fortschritte in der Behandlung von Hirnschlag, Multipler Sklerose und der Parkinson-Krankheit. Wichtige Ziele für die nächsten Jahre wurden von Hirnforschern wie folgt formuliert:

- Die verheerenden Auswirkungen der Alzheimer-Krankheit bekämpfen.
- Die Behandlung der Parkinson-Krankheit optimieren.
- Das Auftreten von Hirnschlag reduzieren und die Therapie des Hirnschlags verbessern.
- Bessere Behandlungen von Depressionen entwickeln.
- Bessere Behandlungen von bösartigen Hirntumoren entwickeln.
- Neue Methoden für den Umgang mit Schmerzen entwickeln.
- Die Ursachen von Suchtkrankheiten auf der Ebene des Gehirns behandeln.

Die Schweizerische Hirnliga unterstützt diese Forschungsanstrengungen. Seit 1995 fördert sie die Hirnforschung an Schweizer Hochschulen – die übrigens zur Weltspitze gehört – und sie informiert, wie man sein Gehirn trainieren und gesund erhalten kann. Die Arbeit der Schweizerischen Hirnliga wird vom Eidgenössischen Departement des Innern anerkannt. Ihren Auftrag erfüllt sie fast ausschliesslich mit Hilfe von privaten Spenden.

Mit dieser Broschüre wollen wir Ihnen die aufregende Welt des Gehirns und der Hirnforschung zeigen. Mehr über unser Denkgorgan erfahren Sie im Magazin «das Gehirn» der Schweizerischen Hirnliga. Es berichtet vier Mal im Jahr über Aspekte der Hirnforschung und liefert praktische Tipps, wie Sie Ihr Gehirn bis ins hohe Alter fit halten können. Spenderinnen und Spender der Schweizerischen Hirnliga erhalten «das Gehirn» kostenlos.

Ihre Grosszügigkeit bringt die Hirnforschung in der Schweiz weiter voran. Wir danken herzlich für Ihre Unterstützung!



Prof. Dr. Christian W. Hess
Präsident Schweizerische Hirnliga

Schweizerische Hirnliga
Spendenkonto PC 30-229469-9



1

Die kindliche Hirnentwicklung

Die Gehirnentwicklung beginnt ab der dritten Woche nach Befruchtung der Eizelle. Zunächst verläuft sie in genetisch vorgegebenen Phasen. Sie wird aber bereits ab der späten Schwangerschaft zusätzlich durch Umwelteinflüsse und Erfahrungen beeinflusst. In den ersten zwei Lebensjahren produziert das kindliche Gehirn beim Vernetzen von Hirnarealen Synapsen in beeindruckendem Überfluss. In der Fachsprache wird dieses intensive Vernetzen «Blooming» genannt, das kindliche Gehirn «erblüht». Mit etwa drei Jahren hat die synaptische Vernetzung zwischen den Hirnregionen ihren Höhepunkt erreicht. Ein Kind hat in diesem Alter doppelt so viele Verbindungen im Gehirn wie ein Erwachsener. Die jeweiligen Erfahrungen des Kindes beeinflussen die Anzahl und die Art der Vernetzungen. In anregungsreichem Umfeld entwickelt das Kind mehr und vielfältigere Vernetzungen als in anregungsarmer Umwelt.

Das Gehirn spezialisiert sich

Im Verlauf der Entwicklung verstärken sich diejenigen synaptischen Verknüpfungen, die häufig verwendet werden. Hingegen bauen sich Vernetzungen, die nicht gebraucht werden, bereits in den ersten Lebensjahren wieder ab. Diesen Abbau nennt man «stutzen» oder in der Fachsprache «Pruning». Durch das «Pruning» findet eine Form von Spezialisierung des kindlichen Gehirns statt. In der Entwicklung der Sprache ist diese zunehmende Spezialisierung gut zu beobachten: Im frühen Schulalter besteht ein weit ausgedehntes Sprachnetzwerk über beide Hirnhälften, das mit zunehmendem Alter immer mehr in der linken Gehirnhälfte lokalisiert ist. Mit dieser Spezialisierung der Hirnareale nehmen auch die Sprachleistungen zu.

Zu viel oder zu wenig synaptisches «Pruning» kann in der Entwicklung zu Problemen führen. So wird vermutet, dass Autismus oder neurodegenerative Erkrankungen unter anderem mit fehlerhaften Prozessen in der «Pruning»-Phase einhergehen könnten.

Das Gehirn wächst rasant

Neben dem «Bloomington» und «Pruning» prägt auch die Zunahme der Myelinschicht die Kommunikation zwischen den Hirnregionen. Diese Schicht ummantelt die Nervenzellfortsätze. Durch den Zuwachs an Myelin wächst das Gehirn rasant, so dass mit dem zweiten Geburtstag bereits 75 Prozent des maximalen Hirnvolumens erreicht sind. Während der Adoleszenz verdichtet sich das Gehirn weiter. Die Funktionen von spät reifenden Hirnregionen (z. B. das planerische Denken) kommen erst im jungen Erwachsenenalter voll zum Ausdruck.

Plastisch oder vulnerabel?

Kann sich ein Kind aufgrund der Plastizität (Formbarkeit) des jungen Gehirns von einer Hirnverletzung besser erholen als ein Erwachsener? Oder ist das kindliche Gehirn durch seine Plastizität verwundbarer gegenüber schädigenden Einflüssen? Diese Fragen werden seit Jahrzehnten heftig diskutiert.

Die erstaunliche Plastizität des kindlichen Gehirns kann nach einer *fokalen* Schädigung wie beispielsweise einem linksseitigen Schlaganfall beobachtet werden. Mit hoher Wahrscheinlichkeit kommt es nach einem während der Geburt erlittenen linksseitigen Schlaganfall kaum zu anhaltenden Sprachproblemen. Ein Erwachsener hingegen hat nach einer solchen Hirnverletzung sehr wahrscheinlich eine anhaltende Sprachstörung. Als Erklärung für diese vergleichsweise günstige Entwicklung im jungen Gehirn wird seine besondere Fähigkeit zur Reorganisation angenommen. Geschädigte Funktionen können in anderen als den ursprünglich vorgesehenen Hirnarealen neu angelegt werden.

Andererseits zeigt sich die Vulnerabilität, also die Verletzbarkeit des sich entwickelnden Gehirns, nach einer *diffusen* Schädigung wie beispielsweise einem Schädel-Hirn-Trauma. Schwere diffuse Hirnverletzungen bei jüngeren Kindern führen oftmals zu deutlich

ausgeprägteren kognitiven Problemen als bei älteren Kindern. Eine Reorganisation der Sprache ist nach einem diffusen Schädel-Hirn-Trauma selten zu beobachten. Ein junges Alter zum Zeitpunkt der diffusen Hirnschädigung wirkt sich negativ auf die Erholung aus.

Weder die Plastizitäts- noch die Vulnerabilitätstheorie kann die Erholung des sich entwickelnden Gehirns nach einer Hirnverletzung erklären. Wie gut sich ein Kind tatsächlich erholt, wird von der Art und dem Ausmass der Hirnschädigung, vom Alter des Kindes sowie von verschiedensten Umweltfaktoren beeinflusst.

2

Was beim Lernen im Gehirn passiert

Lernen ist die Fähigkeit des menschlichen Gehirns – und des Nervensystems aller Tiere –, neue Information zu erwerben und zu speichern, um sie zu einem späteren Zeitpunkt wieder verwenden zu können. Lernen ist sehr eng mit dem Gedächtnis verknüpft: Beim Lernen verändern die neuen Informationen das Gehirn, so dass Informationen gespeichert werden können. Dieser Prozess findet in den Nervenzellen statt. Nervenzellen werden in der Fachsprache Neurone genannt und sind hochspezialisierte Zellen. Sie verarbeiten Informationen in Form von chemischen oder elektrischen Signalen und übermitteln sie an andere Neurone.

Informationen verändern unser Gehirn

Es gibt ungefähr 100 Milliarden Neurone im menschlichen Gehirn, von denen jedes durchschnittlich mit 10 000 anderen Neuronen in Schaltkreisen verbunden ist. Damit gibt es im Gehirn eine fast unbegrenzte Anzahl von möglichen Schaltkreisen – deswegen ist unser Gehirn so ungeheuer komplex!

Die Schaltkreise verarbeiten die Informationen lokal und übermitteln sie von einem Teil des Gehirns zu einem anderen Teil. Dadurch entstehen unser Verhalten und unser Denken. Es ist nach wie vor unklar, wie die Aktivität all dieser Zellen zur Wahrnehmung unserer Umwelt führt und uns somit ermöglicht, Ideen zu haben, Gefühle zu spüren und Handlungen auszuführen. Aber eines ist klar: Die Information, die Sie beim Lesen dieses Artikels gewinnen und speichern, aktiviert und verändert zahlreiche Neurone und verändert Schaltkreise in Ihrem Gehirn. Deshalb werden Sie darüber nachdenken und sich daran erinnern können.

Die synaptische Signalübermittlung

Um Informationen aufnehmen, verarbeiten und weitergeben zu können, sind Neurone in drei verschiedene Bereiche unterteilt. Diese haben unterschiedliche Funktionen: Der Dendritenbaum (Bereich 1) erhält die Information. Danach wird sie im Zellkörper (Bereich 2)

integriert und schliesslich vom Axon (Bereich 3) an andere Neurone weitergegeben.

Obwohl Neurone von ihrer Gestalt her sehr unterschiedlich sind (Abbildung 1), gilt diese Gliederung in drei Bereiche beinahe ausnahmslos im gesamten Tierreich. Information fliesst in Form eines elektrischen Signals vom Dendriten durch den Zellkörper zum Axon. Man kann die elektrische Aktivität der Neurone im Gehirn im Elektroenzephalogramm (EEG) aufzeichnen und analysieren. Diese Technologie ermöglicht es, Schlüsse über die normale und kranke Funktionsweise des Gehirns zu ziehen.

Die Signalübermittlung zwischen den Zellen ist ein komplexes Phänomen. Sie erfolgt in hoch spezialisierten Mikrostrukturen, den sogenannten Synapsen. Diese verknüpfen jeweils ein Axon mit einem Dendriten (Abbildung 2). Tritt eine Nervenzelle mit der nächsten in Kontakt, wechselt die Art der Signalübermittlung von der elektrischen zur chemischen Form. Chemische Botenstoffe – sogenannte Neurotransmitter – leiten das Signal zur Nachbarzelle weiter, wo es wiederum in elektrischen Strom umgewandelt wird.

Diese doppelte Umwandlung des Signals von elektrisch zu chemisch und wiederum zu elektrisch dauert in der Regel wenige Millisekunden und ist höchst effizient. Synapsen sind sehr dynamische Strukturen, die rasch aufgebaut oder abgebaut werden können. Es leuchtet daher ein, dass die funktionellen und strukturellen Veränderungen, die dem Lernen zu Grunde liegen, in Synapsen stattfinden.

Zusammenhang zwischen synaptischer Übertragung und Lernen

Der Überbegriff für diese stetigen Anpassungen von neuronalen Schaltkreisen lautet Plastizität. Die Plastizität des Gehirns liegt dem Lernen und dem Gedächtnis zu Grunde. Sie ist bei Kindern besonders gross, bleibt aber bis zum letzten Lebenstag bestehen. Man vermutet, dass das Lernen einer neuen Information

anfangs die elektrochemische Aktivität in einem bestimmten Schaltkreis verstärkt, so dass die miteinander verknüpften Zellen zusammenarbeiten können. Umgekehrt führt das Lernen auch zu einer Abschwächung der Aktivität in anderen Schaltkreisen, die nicht mehr benötigt werden, und sogar zur Elimination überflüssiger Synapsen.

In welcher Form diese Veränderung von neuronalen Schaltkreisen im Gedächtnis gespeichert wird, um nach Minuten, Tagen oder Jahren immer noch zugänglich zu sein, ist aktuell eine ungelöste Frage. Wichtig ist aber zu wissen, dass die Fähigkeit des Gehirns, Neues zu lernen, bis ins hohe Alter aufrechterhalten wird. Sie ermöglicht sogar, nach einer Hirnverletzung bereits erworbene körperliche oder geistige Fähigkeiten mittels Rehabilitation zurückzugewinnen.

Abbildung 1: Darstellung von Neuronen im Gehirn einer Maus. Bestimmte Neurone wurden mit einem fluoreszierenden Farbstoff markiert. Die Dendriten sind mit Pfeilen markiert, die Axone mit Dreiecken.

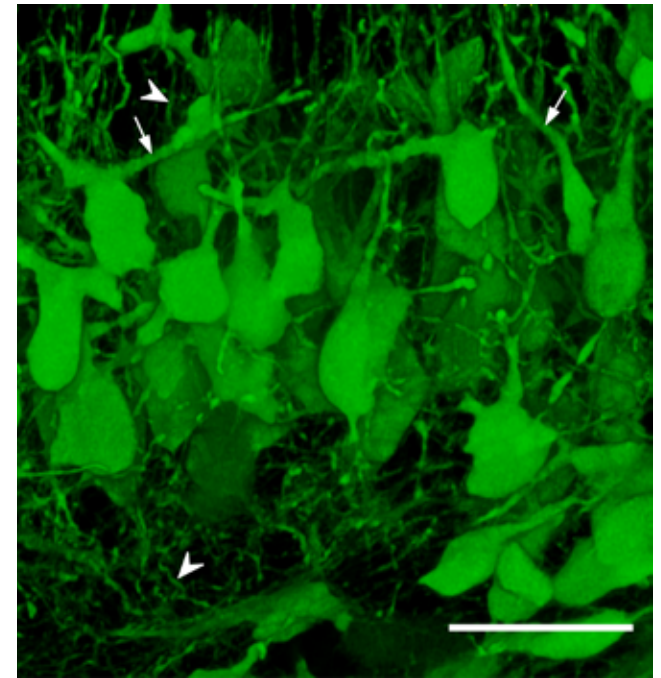
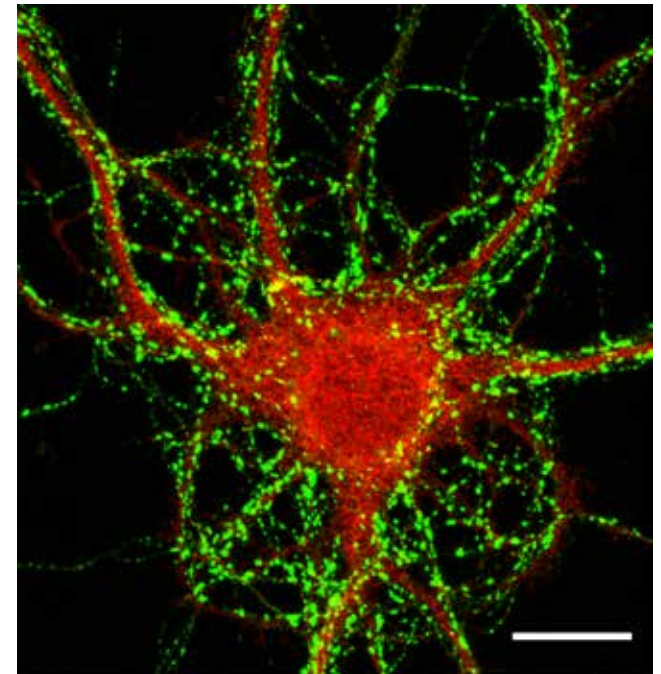


Abbildung 2: Darstellung von Synapsen (grün) auf dem Zellkörper und Dendritenbaum eines Neurons (rot) in einer Zellkulturschale.





3 Wie sich Gehirn und Rückenmark nach Verletzungen reparieren können

Lange Zeit hat man dem Gehirn und dem Rückenmark die Fähigkeit zur Reparatur nach Verletzungen weitgehend abgesprochen. In der Vergangenheit hat sich deshalb eine pessimistische Vorstellung in der Forschung breit gemacht. Heute hat sich dieses Bild stark gewandelt: Die moderne neurowissenschaftliche Forschung konnte zeigen, dass das Nervengewebe durchaus Reparaturfähigkeiten besitzt. Wir müssen diese nur besser verstehen, um unsere Therapien zu optimieren und neue Therapiemöglichkeiten zu entwickeln.

Erholung dank neuen Verbindungen

Grundlegend für diesen Wandel des neurologischen «Weltbilds» hin zu einem plastischen Gehirn und Rückenmark sind zwei Beobachtungen. Erstens: Studien zeigen, dass kleinere Verletzungen oder Schlaganfälle zwar zu Beginn grosse Ausfälle von Gehirnfunktionen hervorrufen können. Diese gehen aber im Lauf einiger Wochen und Monate stark zurück oder verschwinden sogar ganz. Zweitens: Im Tiermodell konnte mit modernen Verfahren der Bildgebung und bei Untersuchungen unter dem Mikroskop gezeigt werden, dass verletzte Nervenfasern wachsen und neue Verbindungen aufbauen können. Diese neuen Verbindungen vernetzen sich zu Schaltkreisen. Dadurch können sich verlorene Funktionen wie beispielsweise die Bewegungskontrolle erholen.

Training ist entscheidend

Auch in weit voneinander entfernten Teilen des Nervensystems finden Wachstumsprozesse und sogenannte Neu-Verschaltungen statt. Diese neuen Verbindungen müssen während der Rehabilitation eintrainiert werden. Neurologinnen und Neurologen glauben heute, dass diese Wachstums- und Reparaturprozesse des Nervengewebes grundlegend sind für die Rehabilitation nach Rückenmarks- oder Hirnverletzungen. Um eine maximale Erholung der Gehirnfunktionen zu erreichen, sollten das Zeitfenster, die Art des Trainings, die Intensität sowie die Dauer der Rehabilitation auf

diese Reparaturprozesse abgestimmt werden. Das Tierexperiment zeigt klar, dass eine hohe Motivation und ein möglichst intensives Training dabei von grösster Wichtigkeit sind. In der Rehabilitation ergeht es Menschen oftmals wie einem einjährigen Kind, das über Stunden, Tage und Monate seine Fähigkeiten – stehen, laufen und sprechen – trainiert und so in seinem Nervensystem einprägt.

Hemmstoffe können ausgeschaltet werden

Wie steht es aber mit den sehr grossen Verletzungen, die kaum spontane Regenerationsprozesse nach sich ziehen? Wichtige neue Erkenntnisse kommen hier aus der neurobiologischen Grundlagenforschung, die entdeckte, dass die spontanen Wachstums- und Reparaturvorgänge von Nervenfasern nicht über lange Distanzen erfolgen können. Dies liegt insbesondere daran, dass in Gehirn und Rückenmark Wachstums-Hemmstoffe vorhanden sind. Diese Eiweisse stabilisieren die sehr komplexe Struktur unseres Zentralnervensystems mit seinen Millionen von Nervenzellen, Fasern und Verbindungen.

Die biochemische Struktur der wichtigsten Wachstums-Hemmstoffe konnte in den letzten Jahren aufgeklärt werden. Es wurden Methoden entwickelt, um diese Hemmstoffe für eine bestimmte Zeit auszuschalten. In Tieren mit Verletzungen des Rückenmarks oder des Gehirns konnte unter diesen Bedingungen beobachtet werden, dass verletzte Nervenfasern auch über lange Distanzen nachwachsen und dass sich verlorene Funktionen besser erholen können. Dies war sowohl nach grossen Rückenmarks- als auch nach Hirn-Verletzungen und Schlaganfällen zu sehen. Wichtig war dabei, dass anschliessend an die wachstumsfördernde Behandlung intensives Training folgte, um die neuen Nervenfaserverbindungen in das bestehende Netzwerk einzupassen und die neu gewonnenen Fähigkeiten zu verfeinern und zu trainieren. Diese neuartige Behandlung wird nun in den nächsten Jahren klinisch an Patienten getestet, vorerst für Rückenmarksverletzungen und grosse Schlaganfälle.

Neue wirksame Therapien

Diese Beispiele zeigen, wie neurologische Klinik und neurobiologische Grundlagenforschung heute eng verzahnt arbeiten. Die Forscherinnen und Forscher sind zuversichtlich, dass in den kommenden Jahren neue wirksame Therapien entwickelt werden, um das Leben von Patienten mit Verletzungen von Gehirn und Rückenmark oder nach Schlaganfällen wesentlich zu verbessern.

4 Mehrsprachigkeit – ein persönlicher Erfahrungsbericht

Ich leide an Aphasie, verursacht durch einen Schlaganfall vor zehn Jahren. Aphasie bedeutet so viel wie «Sprachlosigkeit». Obwohl: Die meisten Menschen, die an Aphasie leiden, haben ihre Sprache nicht völlig verloren. Zu einer solchen Sprachstörung kann es kommen, wenn bestimmte Bereiche im Gehirn beschädigt sind. Von den fünf Sprachen, die ich einmal konnte, kann ich noch zwei zu ungefähr 70 Prozent sprechen; die anderen schlecht oder gar nicht mehr. Ich verstehe allerdings nach wie vor alle fünf Sprachen. Wieso ist das so?

Aktives und passives Sprachvermögen sind getrennt

Die Dominanz der linken Hirnhälfte für die Sprache ist weitgehend unbestritten. Zirka 70 Prozent der Personen mit Verletzungen in der linken Hirnhälfte haben Aphasie; aber nur etwa 1 Prozent derjenigen mit Schlaganfällen in der rechten Hirnhälfte haben Sprach- und/oder Verständnisschwierigkeiten. Die Sprache ist also überwiegend ein Phänomen der linken Hirnhälfte.

Weiter haben wir, vereinfacht ausgedrückt, zwei Areale, die für Sprache zuständig sind: Das Broca-Areal für den aktiven Sprachgebrauch (sprechen/schreiben) und das Wernicke-Areal für den passiven Sprachgebrauch (verstehen/lesen). Die beiden Hirnareale sind natürlich an mehr als nur der Sprachfunktion beteiligt, aber prinzipiell sehen wir eine Trennung von aktivem und passivem Sprachverhalten in der linken Hirnhälfte.

Sprechen und schreiben sind betroffen

Meine Aphasie ist eine Broca-Aphasie. Typische Anzeichen dafür sind: stottern, mühevoller Sprechstil, Phonem-Verwirrung (zum Beispiel *sein* und *schein*), syntaktische Störungen wie der «Telegrafentil» (*ich Schlag* anstatt *ich batte einen Schlag*) und «Sprechen wie ein Roboter» – das heisst, wichtige Eigenschaften der Sprache wie Betonung, Rhythmus oder Intonation fehlen teilweise oder ganz.

Auch Schreiben ist ein Problem. So lasse ich den mittleren Teil von Wörtern aus (zum Beispiel *Rekursivität* wird zu *Rekurvität*); ich verwechsle die mittleren Buchstaben von Wörtern (*Bilingualität* wird zu *Biling-au-lität*); und im Allgemeinen finde ich längere Wörter einfacher zu buchstabieren, wenn Prä- und Suffixe vorhanden sind (zum Beispiel *un-um-gänglich*). Wenn ich also den Computer benutze, verlasse ich mich auf die automatische Rechtschreibprüfung.

Aphasie und Mehrsprachigkeit

Mehrsprachigkeit ist sehr komplex – in der Erholungsphase von Schlaganfallpatienten erst recht. Die Forschung zeigt, dass bei der Wiedererlangung von Zweisprachigkeit etwa 45 Prozent der Aphasiker eine parallele Genesung erfahren; das heisst: die Sprachen erholen sich auf demselben Niveau.

25 Prozent beherrschen ihre Erstsprache besser; 20 Prozent ihre Zweitsprache. Die restlichen 10 Prozent wechseln die Sprachen entweder innerhalb eines Satzes oder zwischen den Sätzen. Dabei spielt eine wichtige Rolle, wie alt man zum Zeitpunkt des Spracherwerbs war. Ebenfalls kommt es auf die Sprachkenntnisse und den Gebrauch zum Zeitpunkt des Schlaganfalls an. Auch die emotionale Bindung an die jeweilige Sprache, die Schwere und der Ort des Schlaganfalls im Gehirn sowie die Ähnlichkeit zwischen den Sprachen haben einen Einfluss darauf, wie sich die Mehrsprachigkeit nach dem Schlaganfall entwickelt.

Vor dem Schlaganfall war ich polyglott; jetzt aber spreche ich noch meine Muttersprache (Schweizerdeutsch) und die Sprache des Berufes und meiner Leidenschaft (Englisch). Mein aktives Französisch, obwohl ich an einer französischsprachigen Universität lehre, und das Hochdeutsch, meine erste Fremdsprache, beherrsche ich weniger gut; und das Italienische gar nicht mehr. Bei mir also dominierten: Sprachbeherrschung und Gebrauch zum Zeitpunkt des Schlaganfalls, emotionale Bindung und, eventuell, Erwerbsalter der Sprache (im Schweizerdeutsch ja, im Hochdeutsch eher nicht).

Sicherlich spielten auch die Schwere und der Ort des Schlaganfalls eine wichtige Rolle. Jedes Individuum ist aber verschieden; ebenso wie jeder Schlaganfall.

Sprachentransfer von behandelten zu unbehandelten Sprachen

Was kann man tun, um die Sprachfähigkeit in allen Sprachen wieder zu erlangen? Eine Methode, die gemäss Studien Erfolg versprechend ist, geht von Übertragungseffekten auf die unbehandelte(n) Sprache(n) aus. Dabei wird das Trainieren der weniger kompetenten Sprache (vor oder nach dem Einsetzen der Aphasie) angeregt. Ähnlichkeiten zwischen den Sprachen werden gezielt genutzt, um so den Sprachtransfer zu erleichtern. Auch verstärkt das Arbeiten mit verwandten oder ähnlichen Wörtern in allen Sprachen den sprachübergreifenden Transfer. Wenn zum Beispiel das Wort *table* im Französischen genannt wird, wird das Wort *table* auch im Englischen und *tafel* im Niederländischen leichter zu finden sein, da diese Wörter dieselbe Bedeutung und ähnliche Laute haben.

Bei mir aber scheiterte der Versuch, einen Sprachentransfer von der behandelten zu den unbehandelten Sprachen zu erzielen. Trotz vielversprechendem Therapieansatz zeigt die sprachübergreifende Methode bei einigen Patienten gute Resultate, bei anderen wiederum weniger gute oder gar keine. Es gibt also in der multilingualen Sprachtherapie nach einem Schlaganfall nur Tendenzen, aber keine sichere, bestätigte Methode.

Vor seinem Schlaganfall war Jürg R. Schwyter Professor für Englische Sprachwissenschaft und Leiter der Englischen Abteilung der Universität Lausanne. Zehn Jahre danach (und zahlreiche Therapien später) lehrt er wieder und arbeitet zu 50 Prozent.

5 Schlaf und Gedächtnis

Die verschiedenen Funktionen des Schlafs mögen weiterhin umstritten sein. Dass sich unser Gedächtnis während des Schlafs konsolidiert, ist jedoch gut erforscht.

Auch wenn das Gehirn während des Schlafs keine neuen Kenntnisse gewinnen kann (es ist also nicht sinnvoll, nachts eine Audioaufnahme mit Vokabeln abspielen zu lassen), haben zahlreiche Studien mit Tieren und Menschen klar bewiesen, dass der Schlaf an der Verfestigung von Kenntnissen beteiligt ist, die während des Wachzustands erworben wurden.

Non-REM- und REM-Schlaf

Das menschliche Gedächtnis wird gewöhnlich in zwei Kategorien unterteilt: das deklarative Gedächtnis für bewusste Kenntnisse wie das Datum der Französischen Revolution (episodisches Gedächtnis) oder den eigenen Namen (semantisches Gedächtnis) und das non-deklarative oder unbewusste Gedächtnis für Fähigkeiten wie Velofahren (prozedurales Gedächtnis). Auch der Schlaf lässt sich in zwei Kategorien einteilen: in den Non-REM-Schlaf und den REM-Schlaf (Rapid Eye Movements oder paradoxer Schlaf). Im REM-Schlaf ist unser Gehirn sehr aktiv und erzeugt lebhaftere Träume. Der Non-REM-Schlaf umfasst drei verschiedene Phasen, die sich in der Tiefe des Schlafs unterscheiden.

Der Zusammenhang zwischen Schlaf und Gedächtniskonsolidierung lässt sich mit einem Experiment aufzeigen. Nachdem eine bestimmte Kenntnis erworben oder eine Aufgabe erledigt wurde, stellt man die Wirkung der Wachphase jener der Schlafphase gegenüber. Genau das machten Matt Walker und seine Kollegen. Sie brachten Versuchspersonen morgens um 10 Uhr bei, schnellstmöglich eine Zahlenfolge auf einer Tastatur zu tippen. Die Tippgeschwindigkeit der Versuchspersonen wurde danach getestet. Zunächst nach einer zwölfstündigen Wachphase (um 22 Uhr) und dann erneut am nächsten Tag um 10 Uhr. Matt Walker und seine Kollegen haben festgestellt, dass die Tippgeschwindigkeit der Zahlenfolge sich nach zwölf

Stunden im Wachzustand nicht verbesserte. Nachdem die Versuchspersonen geschlafen hatten, waren sie aber 19 Prozent schneller als vorher. Zudem hat sich die Tippgeschwindigkeit derjenigen Versuchspersonen merklich verbessert (20 Prozent schneller), welche die Zahlenfolge abends um 22 Uhr gelernt hatten und am nächsten Tag, also nach einer Schlafphase, getestet wurden. Ein erneuter Test abends um 22 Uhr ergab jedoch keine zusätzliche Verbesserung der Ergebnisse.

Rosenduft

Das Team um Jan Born und Björn Rasch hat die Bedeutung der Tiefschlafphase (eine der drei Phasen des Non-REM-Schlafs) für das räumliche Gedächtnis auf eine sehr elegante Art und Weise dargelegt. Die Versuchspersonen, die von einem Rosenduft umgeben waren, hatten die Aufgabe, Gegenstände zu lokalisieren (wie im Spiel «Memory»). Mithilfe der Magnetresonanztomografie ist es den Wissenschaftlern anschliessend gelungen, zu beobachten, wie sich der Hippocampus (der in diese Art von Erinnerungen involvierte Teil des Gehirns) in der Tiefschlafphase reaktiviert, sobald die Versuchspersonen wieder dem Rosenduft ausgesetzt werden. Diese Personen konnten die Gegenstände am nächsten Tag besser lokalisieren. Bei den Versuchspersonen, die dem Duft nur während der Wachphasen oder anderen Schlafphasen ausgesetzt waren, konnte keine Verbesserung der Gedächtnisleistung beobachtet werden.

Das Gehirn arbeitet während des Schlafs

Die erwähnten Experimente legen die Schlussfolgerung nahe, dass das Gehirn während des Schlafs all das «verarbeitet», was wir in der Wachphase erleben und lernen, und dass so unsere Erinnerungen verfestigt werden. Dennoch herrscht keine Einigkeit darüber, welche Rolle die verschiedenen Schlafphasen für die Konsolidierung der einzelnen Teile des Gedächtnisses spielen. Einige Forscher sind sogar der Ansicht, dass alle Schlafphasen (REM- und Non-REM-Schlaf) an der Gedächtniskonsolidierung beteiligt sein müssen.

Erholsamer Schlaf ist gut für das Gehirn

Da der Schlaf offenbar unentbehrlich ist für die Festigung von Erlerntem, könnte man vermuten, dass er uns ausserdem Dinge «vergessen» lässt. Tatsächlich hortet unser Gehirn über den Tag verteilt zahlreiche nicht sehr nützliche Erinnerungen wie zum Beispiel die Farbe des Mantels einer Person, der man begegnet ist. Mit diesen Informationen wird unser Gehirn überfüllt. Man geht davon aus, dass wir im Schlaf unsere Erinnerungen sortieren und diejenigen festigen, die einen nützlichen emotionalen Lernzuwachs darstellen, während überflüssige Erinnerungen vergessen werden. So wird die Überlastung unseres Gehirns verhindert.

Auch wenn es noch vieles über das Zusammenspiel von Schlaf und Gedächtnis zu lernen gibt, eines ist sicher: Eine Nacht mit ausreichendem Schlaf kann Ihrem Gehirn nur guttun!



6

Sich erinnern

Sie erinnern sich sicherlich an den Moment, als Sie 2007 vom Tsunami erfahren haben. Und daran, wo Sie waren oder wer bei Ihnen war. Was genau geschieht, wenn Sie so eine Erinnerung aktivieren, ist nicht bekannt. Aktuelle Annahmen gehen davon aus, dass neuronale Netzwerke reaktiviert werden, die zuvor die Information gespeichert haben. Eine Hypothese besagt, dass diese Reaktivierung vom Hippocampus ausgeht, einem Teil des Gehirns, der auch massgeblich an der Speicherung von Informationen beteiligt ist.

Sich nicht erinnern

Jeder kennt das Problem: Man erinnert sich nicht mehr an den Namen einer Person oder an den Inhalt eines Gesprächs. Dies kann verschiedene Ursachen haben. Manchmal kommen wir einfach nicht auf den Namen einer Person, obwohl wir ihn auf Nachfrage problemlos wiedererkennen. In diesem Fall ist bewiesen, dass die Information zumindest abgespeichert wurde. Solche Erinnerungsschwierigkeiten sind weit verbreitet und nehmen bei gesunden Menschen mit dem Älterwerden zu. Bei Menschen mit Hirnschäden treten sie noch viel ausgeprägter auf.

Andere Erklärungen sind, dass die Information beim ersten Mal unzulänglich abgespeichert wurde oder dass die Erinnerung mit der Zeit verblasst. Das Vergessen gehört zu den ganz normalen Schwächen eines gesunden Gehirns, ist aber viel ausgeprägter bei Menschen mit Amnesie. Amnesie ist das Unvermögen, neue Informationen aufzunehmen. Das Ausmass des Gedächtnisverlusts vor dem Auftreten einer Amnesie ist nicht immer gleich. Je nach der Schwere der Krankheit und dem Alter der betroffenen Person kann der Gedächtnisverlust von einigen Minuten bis zu mehreren Jahren dauern.

Genauigkeit der Erinnerungen

Lassen Sie uns nochmals auf den Tsunami zurückkommen, an den Sie sich so gut erinnern: Wann

hat er stattgefunden? Denken Sie gut nach! Wenn Sie jetzt «2007» denken, dann sind Sie zum Opfer der Fehlinformation am Anfang des Textes geworden. Es war nämlich im Jahr 2004. Sind Sie sicher, dass Sie sich an den Ort erinnern, an dem Sie waren, als Sie davon erfuhren? Ganz sicher? Auch wenn Sie absolut überzeugt sind, ist die Genauigkeit Ihrer Erinnerung nicht gewährleistet. Es wurde bewiesen, dass sich unumstrittene Erinnerungen an bedeutende Ereignisse wie den Terroranschlag in New York (2001) mit der Zeit so sehr verändern, dass sich ein Grossteil der Details, an die sich die Zeugen genauestens zu erinnern glauben, als falsch herausstellt.

Sich verändernde Erinnerungen sind der Preis, den wir für die Flexibilität unseres Gedächtnisses bezahlen. Einer Hypothese zufolge wird eine Erinnerung jedes Mal, wenn sie abgerufen wird, mitsamt ihrem neuen Kontext erneut abgespeichert. Bei diesem Prozess wird der Kern der Erinnerung immer mehr verändert. Die Kehrseite der Medaille ist, dass auch Einzelheiten dieser Erinnerung modifiziert werden. So kann es sein, dass sich Ihre Erinnerung daran, wie Sie zu Hause vor dem Bildschirm vom Tsunami erfahren haben, mit der Erinnerung an ein Gespräch mit Freunden verknüpft. Und zuletzt sind Sie sich dann sicher, dass Sie vom Tsunami erfahren haben, als Sie zusammen mit Ihren Freunden ferngesehen haben.

Unser Gedächtnis ist fehlbar

Unsere Erinnerungen werden auf unterschiedliche Weise modifiziert. Allein die Art, wie eine Frage gestellt wird, beeinflusst die Wahrnehmung einer Erinnerung. In einem Experiment wurden freiwillige Teilnehmer zur Dauer eines Films befragt, den sie gerade geschaut hatten. Auf die Frage «wie lang war der Film?» schätzten die Antwortenden den Film um 30 Prozent länger ein als bei der Frage «wie kurz war der Film?». Der Glaube an die Richtigkeit dieser Antwort wurde ausserdem durch das Feedback der Forschenden beeinflusst: Ein «ja, das ist korrekt» festigte die Erinnerung mehr als gar kein Feedback oder eine Verneinung.

Generell ist eine Erinnerung in besonderem Masse empfänglich für die Aufnahme falscher Informationen, wenn sie eingangs nicht richtig gespeichert wurde, mit der Zeit verblasst ist und wenn die falsche Information plausibel erscheint.

Konfabulationen und verzerrte Realitätswahrnehmung

Die Schlussfolgerung ist offensichtlich: Unser Gedächtnis ist fehlbar, und Erinnerungen sind keine Momentaufnahmen vergangener Erlebnisse, sondern das Ergebnis von Assoziationsprozessen. «Falsche Erinnerungen» kommen bei Menschen mit Hirnschäden viel häufiger vor als bei gesunden Menschen. In diesem Zusammenhang spricht man von Konfabulationen, dem Auftreten von Erinnerungen an Ereignisse, die niemals stattgefunden haben. In den meisten Fällen sind solche Konfabulationen falsche oder sogar komplett erfundene Antworten auf Fragen. Ursache für diese unzutreffende Antwort kann die Schwäche der Erinnerungen sein – das gilt für gesunde Menschen – oder eine Beeinträchtigung der Gedankenkontrolle. In seltenen Fällen widerspiegeln Konfabulationen sogar eine verzerrte Realitätswahrnehmung. Betroffene Patienten berichten von Verpflichtungen, die in Wirklichkeit nicht existieren.

Nützliche Adressen und Buchtipps

Nützliche Adressen

Alzheimer Schweiz
Gurtengasse 3, 3011 Bern
T +41 58 058 80 20
info@alz.ch, www.alz.ch

Schweizerische Epilepsie-Liga
Seefeldstrasse 84, 8008 Zürich
T +41 43 488 67 77
info@epi.ch, www.epi.ch

EQUILIBRIUM, Verein zur Bewältigung
von Depressionen
6300 Zug
T 0848 143 144
help@depressionen.ch (eBeratung)
info@depressionen.ch, www.depressionen.ch

FRAGILE Suisse
Badenerstrasse 696, 8048 Zürich
T +41 44 360 30 60
www.fragile.ch

Schweizerische Multiple Sklerose Gesellschaft
Josefstrasse 129, 8005 Zürich
T +41 43 444 43 43
www.multiplesklerose.ch

Parkinson Schweiz
Gewerbstrasse 12a, Postfach 123, 8132 Egg ZH
T +41 43 277 20 77
info@parkinson.ch, www.parkinson.ch

Schweizerische Stiftung Pro Mente Sana
Hardturmstrasse 261, Postfach, 8031 Zürich
T +41 44 446 55 00
kontakt@promentesana.ch

Schweizerischer Verband für
Gedächtnistraining SVGT
Buchzelgstrasse 25, 8053 Zürich
T +41 43 499 96 53
info@gedaechtnistraining.ch
www.gedaechtnistraining.ch

Buchtipps

Gregor Hasler: Resilienz: Der Wir-Faktor.
Stuttgart: Schattauer 2017.

Gerd Kempermann: Die Revolution im Kopf.
München: Droemer 2016.

Detlef Linke: Das Gehirn. München: Beck 2006.

Iain McGilchrist: The Master and his Emissary.
The Divided Brain and the Making of the Western
World. New Haven: Yale University Press 2010.

Steven Pinker: Wie das Denken im Kopf entsteht.
München: Kindler 2002.

Vilayanur S. Ramachandran and Sandra
Blakeslee: Phantoms in the Brain. Probing the
Mysteries of the Human Mind. New York:
William Morrow and Company 1998.

Oliver Sacks: Der Mann, der seine Frau mit einem
Hut verwechselte. Hamburg: Rowohlt 2017.

Armin Schnider: The Confabulating Mind.
How the Brain Creates Reality, 2nd ed. Oxford:
Oxford University Press 2018.

Frederic Vester: Denken, Lernen, Vergessen.
München: DTV 2018.

Vorstand Schweizerische Hirnliga

Prof. Christian Hess, Präsident, Bern
Prof. Jean-Pierre Hornung, Lausanne
Prof. Alain Kaelin, Lugano
Prof. Jürg Kesselring, Valens
Dr. Béatrice Roth, Lausanne
Marco Tackenberg, Bern

Impressum

Autorinnen und Autoren:

Kapitel 1: Prof. Regula Everts, Universitäts-Kinder-
klinik Bern

Kapitel 2: Prof. Jean-Marc Fritschy, Universität Zürich

Kapitel 3: Prof. Martin Schwab, Universität Zürich

Kapitel 4: Prof. Jürg Schwyter, Universität Lausanne

Kapitel 5: Prof. Raphaël Heinzer, Waadtländer

Universitätsspitalzentrum (CHUV) Lausanne

Kapitel 6: Prof. Armin Schnider, Universitätsspital Genf

Redaktion: Simone Keller, Nicole Weber,

Marco Tackenberg, forum|pr, Bern

Gestaltung: Definitiv Design, Bern

Druck: Albrecht Druck, Gerlafingen

SHL – 2019

Abbildungen

Auf dem Titelbild sowie auf den Seiten 6, 12 und 19
sind die Verknüpfungen im Gehirn grafisch vereinfacht
dargestellt. Das Titelbild zeigt das menschliche
Gehirn von oben, die übrigen Darstellungen zeigen
die Verknüpfungen aus der Seitenperspektive.

