Neurophysiologische Überlegungen über das Erinnern

Erinnerungen sind nicht nur ein Teil unserer Identität, sondern prägen diese ebenso. Sie erzählen unsere Lebensgeschichte und lassen uns in die Vergangenheit zurückblicken, die Gegenwart verstehen und die Zukunft vorstellen.

Was bedeutet eigentlich „erinnern“?

Erinnern bedeutet, etwas im Gedächtnis bewahrt zu haben und sich dessen wieder bewusst zu werden. Das Erinnern ist also geknüpft an das Lernen bzw. technisch formuliert, das Abrufen an das Abspeichern von Informationen durch unser Gehirn. Daher müssen wir auf die neurophysiologischen Mechanismen, also die zellulären und molekularen Prozesse in unserem Nervensystem schauen, wenn wir ansatzweise verstehen wollen, was dort eigentlich in unserem Gehirn bzw. unseren Nervenzellen passiert, wenn wir lernen und erinnern.

Wie kann man also neurophysiologisch erklären, dass Informationen und komplexe Ereignisse in unserem Leben abgespeichert werden?

Wieso erinnern wir uns bei einem Musikstück an bestimmte Menschen und Situationen, obwohl diese schon lange zurückliegen?

Aber warum vergessen wir bzw. „verblassen“ manche Erinnerungen?

Und können wir unseren Erinnerungen immer vertrauen?

Werfen wir doch einmal einen Blick in unser Gehirn...

Das Gehirn ist im Grunde ein Netzwerk aus 100 Milliarden Nervenzellen, also spezialisierten Zellen die miteinander verknüpft werden. Eine Nervenzelle besitzt einen Zellkörper, der über Nervenbahnen mit anderen Nervenzellen verbunden ist. Die Verbindungspunkte bezeichnet man als Synapsen, wobei jede der 100 Milliarden Nervenzellen bis zu 10.000 Synapsen haben können. Somit können schätzungsweise bis zu 100 Billionen Verbindungen in unserem Gehirn hergestellt werden.

Wenn eine Nervenzelle erregt wird, dann sendet Sie einen elektrischen Impuls über die Nervenbahn, der letztendlich an einer Verbindung zu einer weiteren Nervenzelle ankommt. An dieser Verbindung, der Synapse, wird das Signal in ein chemisches Signal umgewandelt, um dann in der verbundenen Nervenzelle wieder ein elektrisches Signal auszulösen und diese somit zu erregen.

Da viele Zellen miteinander verknüpft sind, kann somit ein ganzes Netzwerk an Zellen aktiviert bzw. erregt werden.

Schaut man sich die Anzahl der Verknüpfungen in unserem Leben an, so kann man erkennen, dass z.B. die Anzahl der Nervenzellen nach der Geburt nicht wirklich steigt, aber dafür die Verknüpfungen der Nervenzellen untereinander dramatisch zunehmen. Diese Verbindungen werden im Verlauf unseres Lebens stetig neu aufgebaut und wieder zurückgebaut. Obwohl sich Muster erkennen lassen, ist dieses Netzwerk mit seinen Verbindungen für jeden Menschen einzigartig.

Unser Gehirn ist also in einem ständigen Umbau.

Ein Prozess, den die Wissenschaft als neuronale Plastizität bezeichnet.

Aber was hat das Ganze mit Erinnerungen zu tun?

Erinnertes muss zuvor abgespeichert, also gelernt werden.

Was passiert also beim Lernen von Informationen?

Wenn wir z.B. eine neue Vokabel lernen wollen, dann wird diese Information mit den bekannten Informationen über eine Synapse verknüpft. Neues wird also stets mit bereits Erlerntem bzw. Erinnerungen in Verbindung gebracht.

Wenn wir diese Information erneut abrufen, kommt es zur wiederholten Erregung also Nutzung von diesen neu gebildeten Nervenbahnen und Verknüpfungen. Dies kann dann diese Verbindung stärken bzw. ausbauen.

Man kann sich dies in etwa wie die Nutzung eines Trampelpfads vorstellen. Wenn wir nur einmal eine Wiese queren, dann wird dieser Weg schnell wieder zuwachsen. Wird er aber mehrfach hintereinander genutzt, dann wird der Weg breiter. Der Pfad kann dann langfristig erhalten bleiben und zwei Punkte miteinander verknüpfen. Jede weitere Nutzung wird diesen Weg verfestigen und lässt uns diese Verbindung schneller finden.

In unserem Gehirn entspricht der Trampelpfad einer Verbindung von Nervenzellen, also Nervenbahnen mit ihren Synapsen. Wird die Information z.B. durch eine Wiederholung einer Vokabel abgerufen, also erinnert, führt dies zu einem stärkeren Ausbau der Verbindung.

Diesen Prozess bezeichnet die Wissenschaft als Langzeitpotenzierung.

Wenn wir auf die molekulare Ebene schauen, dann kommt es bei diesem Umbau u.a. auch zum Auslesen von Genen, also Erbanlagen, in den Nervenzellen. Die daraufhin gebildeten Eiweiße dienen als eine Art Signalempfänger an der Zelloberfläche der Nervenzellen. Die vermehrte Bildung führt somit zu einer Verstärkung des gesendeten Signals bzw. der Kommunikation zwischen den Nervenzellen an den Verbindungen. Die Informationen lassen sich somit leichter abrufen.

Was aber passiert, wenn wir die Information lange Zeit nicht abrufen?

Dann kommt es zum Rückbau der Verbindung zwischen den Nervenzellen, der sogenannten Langzeitrepression. So wie auch der Trampelpfad bei längerem Nichtgebrauch wieder zuwächst und nicht mehr leicht durch uns gefunden werden kann, kann unser Gehirn dann die bestimmte Vokabel nicht mehr so leicht abrufen bzw. die Information wird vergessen. So kann ich z.B. nur noch Bruchstücke meiner Lateinvokabeln erinnern, da ich diese Sprache nicht mehr nutze.

Auch wenn man es vielleicht als Schülerin und Schüler nicht gerne hört: Für das Lernen von Vokabeln gilt: „*repetitio est mater studiorum*“, Wiederholung ist die Mutter des Lernens.

Man könnte also sagen, dass Erlerntes und somit auch Erinnerungen durch das Erinnern erhalten bleiben. Dies können z.B. Gespräche und Erzählungen über die Vergangenheit sein, die wichtige Situationen und Menschen in uns „wachhalten“ bzw. uns erinnern lassen.

Kommen wir noch einmal zurück zum Vokabeln lernen...

Jeder von uns kennt den Trick, dass es sich mit Eselsbrücken leichter lernen lässt. Wenn wir also eine Vokabel, die wir uns nicht gut merken können mit einer anderen einprägsameren Information, z.B. einem Bild verknüpfen, entsteht eine neue Verbindung bzw. ein weiterer Trampelpfad. Wenn also ein Weg nicht auffindbar ist, dann kann also ein alternativer, ggf. sogar stärker ausgeprägter Weg genutzt werden. Das erklärt auch, warum die Anwendung der Vokabel in verschiedenen Situationen zu einem effektiveren Lernen führt. Denn dadurch kann nicht nur die bereits bestehende Verbindung ausgebaut, sondern auch neue Verbindungen hergestellt und sogar die Vokabel an neuen Orten im Gehirn gespeichert werden. Das Erinnern der Information wird dadurch erleichtert, da entsprechende neuronale Netze einfacher erregt werden können.

Aber nicht alle Informationen werden auch wirklich langfristig gespeichert. Nur das was unsere Aufmerksamkeit bekommt, also was im jeweiligen Moment als wichtig erscheint, kann gespeichert werden.

So hören Sie derzeit meinem Vortrag zu und verarbeiten die gehörten Informationen, andere Details der Umgebung gehen verloren.

Wenn ich Sie nun auf die Farbe meines Hemdes aufmerksam mache, dann werden Sie sicher den Fokus auf mein Hemd lenken und Sie könnten die Farbe meines Hemdes kurzfristig erinnern. Wenn ich die Farbe nun wiederholt im Laufe des Vortrages erwähnen würde, so würde diese Information vermutlich langfristig durch Sie erinnert werden können.

Die Farbe meines Hemdes wäre dann mit meiner Person und dem gehörten Vortrag in ihrem Langzeitgedächtnis verknüpft.

Ich könnte Sie auch auf den Geruch hier im Raum, die Farben an der Wand, die Härte des Sitzes, das Gefühl in ihrem Bauch und vieles mehr fokussieren lassen. Alles Dinge, die ihr Körper auch unbewusst im Sensorischen Gedächtnis (auch Ultrakurzzeitgedächtnis genannt) wahrnimmt, aber in der Regel nicht vertieft im Kurzzeitgedächtnis (auch Arbeitsgedächtnis) verarbeitet und nicht langfristig im Langzeitgedächtnis abspeichert. Es scheinen also eine Art Filter zu existieren, die auf zellulärer Ebene entscheiden, was von Relevanz ist und abgespeichert werden soll und was „vergessen“ werden kann.

Diese Filter entscheiden, was vom Sensorischen Gedächtnis (also kurzen Reizungen im sensorischen System) in das Kurzzeitgedächtnis (zur Verarbeitung) und abschließend in das Langzeitgedächtnis (zur dauerhaften Speicherung) überführt wird.

Insbesondere die Überführung der Informationen in das Langzeitgedächtnis, also der gerade betrachtete Umbau des neuronalen Netzwerkes, geschieht im Schlaf. Während wir schlafen, werden in unserem Gehirn die Neuronen erneut erregt und die wesentlichen Informationen in das Langzeitgedächtnis übertragen. Es kommt zum Umbau der neuronalen Netzwerke. Dabei durchläuft das Erlebte des Tages einen Filter, der dazu führt, dass nur „relevante Dinge“ gespeichert werden und weniger Relevantes wieder zurück gebaut wird. Wenn ein Ereignis sehr emotional war, erinnern wir es lebhaft, weil es für uns wichtig ist. Die Verbindungen zwischen den Neuronen sind dann stärker ausgebildet. Deshalb können wir uns z.B. gut an den womöglich Jahre zurückliegenden Tag erinnern, an dem unsere Katze starb, aber nicht an die Informationen, die wir vor einem Monat in der Zeitung gelesen haben. Die Amygdala, der Sitz unsere Gefühle, drückt den Erinnerungen einen positiven oder negativen Stempel auf, wenn sie für uns mit bestimmten Emotionen verbunden waren.

Ein regelmäßiger Schlafrhythmus, ausreichend Schlaf und die richtige Schlafqualität sind daher wichtig für effektives Lernen.

Dabei lassen sich die Informationen innerhalb des Langzeitgedächtnisses weiter unterscheiden. Das deklarative Gedächtnis speichert bewusst zugängliche Informationen: Das umfasst Fakten und Ereignisse, die entweder zur eigenen Biographie gehören (episodisches Gedächtnis) oder das so genannte Weltwissen eines Menschen ausmachen (semantisches Gedächtnis, z. B. berufliche Kenntnisse, Fakten aus Geschichte oder auch Kochrezepte).

Das prozedurale Gedächtnis umfasst dagegen Fertigkeiten, die in der Regel automatisch und ohne Nachdenken eingesetzt werden. Dazu gehören vor allem motorische Abläufe (z.B. Bewegungen wie das Fahrradfahren, Schwimmen oder Tanzen).

Das Langzeitgedächtnis ist also der Teil des Gehirns, in dem unsere Erinnerungen abgespeichert sind und wieder abgerufen werden können.

Und damit nicht genug. In unserem Gehirn gibt es verschiedene Bereiche, in denen die verschiedenen Informationen gebündelt verarbeitet und abgespeichert werden und die wiederum mit anderen Bereichen verknüpft sind.

Das erklärt auch, wieso wir an liebe Menschen oder bestimmter Situationen erinnert werden, wenn wir z.B. ein bestimmtes Lied hören, einen Geruch wahrnehmen oder ein Foto sehen.

Jeder hat sicher ein konkretes Beispiel parat. So muss ich z.B. beim Lied „Moon River“ von Frank Sinatra immer an meine liebe Frau und unsere Hochzeit denken, was bei mir auch heute noch zu einem Glücksgefühl und Dankbarkeit für dieses Geschenk führt.

Denn dieses Lied begleitete unseren Hochzeitstanz.

Was passiert also neurophysiologisch in meinem Körper?

Gehen wir die Schritte einmal durch...

Die Melodie des Liedes wird also über mein Sinnesorgan, das Ohr aufgenommen und in ein elektrisches Signal umgewandelt. Dieses wird über die Nervenbahnen des Hörnervs an den verarbeitenden Bereich in meinem Gehirn, der Hörrinde gesendet und dort verarbeitet bzw. wahrgenommen. Durch die Aktivierung verschiedener Nervenzellen kann die Melodie nun interpretiert werden bzw. es wird das verknüpfte Netzwerk aktiviert. Dieses Netzwerk von Nervenzellen ist wiederum mit dem Bild meiner tanzenden Frau in einem anderen Bereich meines Gehirns, der Sehrinde verknüpft, so dass ich sogar ein vermeintliches Bild meiner tanzenden Frau erinnern kann.

Um so mehr ich bei dieser Erinnerung bleibe, desto mehr Details kann ich erkennen. Da diese wiederum positiv assoziiert sind, kommt es zur Ausschüttung von Glückshormonen an meiner Hypophyse.

Sie könnten mit bildgebenden Verfahren, sogenannten Hirnscans, meinem Gehirn sogar beim Erinnern zusehen. Denn die beim Erinnern erregten Netzwerke in meinem Gehirn verbrauchen Energie und somit Sauerstoff und Zucker. Diesen Verbrauch kann ich indirekt messen und bildlich darstellen. Als Ergebnis erhält man ein Bild, welche Regionen im Gehirn gerade aktiv sind.

Wenn Sie genau hingehört haben, dann haben Sie festgestellt, dass ich von einem vermeintlichen Bild meiner tanzenden Frau gesprochen habe. Denn beim Abrufen der Informationen und der Aktivierung der entsprechenden Nervenbahnen und Verknüpfungen, kommt es auch zu Fehlern bzw. neuen Verknüpfungen. Wenn ich Details der Tanzbewegungen erinnern möchte, greift mein Gehirn auf allgemeine Tanzbewegung eines Walzers zurück und fühlt die nicht erinnerte Lücke der eigentlichen Tanzbewegungen, also das „Vergessene“ auf.

Im Alltagsleben sind diese falschen Erinnerungen meistens harmlos.

Sicher haben Sie aber schon einmal von Versuchen zu Personenbeschreibungen zu fiktiven Tatorten gehört. So zeigten Wissenschaftler Probanden Gesichter von Menschen zu einem Tathergang und setzten sie in Form von nachfolgenden Fragen oder Berichten falschen Informationen aus.

Bei einem dieser Experimente zeigten sie den Probanden einen Mann ohne Bart als Täter und gaben einem Teil der Probanden später die falsche Information, dass die Zielperson einen Bart habe. Die Gruppe von Probanden mit der falschen Information tendierte viel eher dazu, sich bei einem Wiedererkennungstest für eine Person mit Bart zu entscheiden, als die Gruppe mit dem richtigen Bericht.

Die Erinnerung der Zeugen an die Gesichter konnte also unbemerkt und nachhaltig verfälscht werden.

Können wir unseren Erinnerungen also immer vertrauen?

Diese Frage müssen wir aus neurophysiologischer und psychologischer Betrachtung mit einem Nein beantworten. Der Versuch mit der Personenbeschreibung zeigt, dass eigene Erinnerungen unbeabsichtigt verfälscht werden können, indem beim Abrufen der Information unbewusst Details ergänzt oder gar ersetzt werden. Sind diese neuen Informationen konsistent genug, um an unsere Erinnerungen anzuknüpfen, dann werden diese abgespeichert und wir aktivieren automatisch diese neuen Verbindungen bei der nächsten Erinnerung. Dieses Phänomen unterscheidet sich aber von der Lüge, da diese Erinnerung als wahr angenommen wird und sich neurophysiologisch nicht entlarven lässt.

Betrachtet man dieses Phänomen jedoch von außen, dann ist es also möglich, von außen Erinnerungen absichtlich zu manipulieren. Ein Umstand der für unsere Gesellschaft und unsere individuelle Identität von großer Relevanz ist. Das erklärt vielleicht in Ansätzen, warum neurophysiologisch betrachtet „*fake news“* verfangen ohne dass wir mit Technologien physisch in das Gehirn eingreifen.

Ein Ausblick in die Zukunft lässt uns nur erahnen, welche Chancen aber auch Risiken technologische Entwicklungen für unsere Erinnerungen, unsere Identität und Gesellschaft mit sich bringen könnten.

So ist es Neurobiologen bereits gelungen, Gedanken aufgrund der Aktivität neuronaler Muster über einen Hirnscans mittels künstlicher Intelligenz im Groben zu rekonstruieren. Zu diesem Zwecke haben die Forschenden Probanden u.a. wiederholt Bilder gezeigt und Musikstücke vorgespielt und dabei ihre Hirnaktivität mittels Hirnscans aufgenommen. Diese Aktivitätskarten wurden einer künstlichen Intelligenz als Trainingsmaterial gegeben, um Muster zu erkennen. Wenn diesen Personen nun erneut Bilder von Dingen oder auch Musik vorgespielt wurde, so konnte die künstliche Intelligenz im Groben erkennen, was die Person gerade dachte. Es stellt sich also die Frage, ob wir durch diese Technik bald Gedanken bzw. Erinnerungen auslesen könnten? Eine beängstigende Vorstellung.

Auf der anderen Seite könnten diese Technologien körperlich erkrankten Menschen helfen, mit ihrer Umgebung zu kommunizieren.

Die theoretische Steigerung wäre jedoch ein gezieltes Herunterladen der Informationen aus unserem biologischen Gehirn über neuronale Schnittstellen zu den technischen Erweiterungen.

Es ist derzeit nur ein Gedankenexperiment, aber könnte dieser Austausch dann auch in die andere Richtung funktionieren, so dass als Folge Informationen bzw. Erinnerungen verändert werden?

Derzeit klingt das sehr nach Science-Fiction, aber Ethiker fordern schon heute Diskussionen ein, damit Reglementierungen vorliegen, bevor die Techniken zur Verfügung stehen könnten.

Also lassen Sie uns die Gegenwart Nutzen, die eigentliche Erinnerung, z.B. durch Gespräche und unsere Gesellschaft wach zu halten.

Denn auch wenn Erinnerungen nicht immer perfekt sind. Sie erzählen unsere Lebensgeschichte und lassen uns in die Vergangenheit zurückblicken, die Gegenwart verstehen und die Zukunft vorstellen.

Sie helfen uns, uns in der Welt zurechtzufinden und zu wissen, wer wir sind.