

### **Die Bedeutung unseres Gehirns**

Besonders an diesem Lerntext ist, dass es hier um neuere Erkenntnisse der Hirnforschung geht, die für Lernende und Lehrende sehr wichtig sind und die es trotzdem noch nicht in die Schulbücher geschafft haben. Deshalb mussten sie aus verschiedenen Quellen hier zusammengetragen werden. Wie unser Gehirn funktioniert, weiß noch niemand genau. Wir wissen aber jetzt, dass sich das menschliche Gehirn bis ins hohe Alter selbst reparieren und immer noch Neues lernen kann, dass es je nach Benutzung dümmer oder intelligenter werden kann, dass es durch Stress und Schlafmangel geschädigt werden, durch Übung, Motivation und Schlaf aber auch zu unglaublichen Leistungen gebracht werden kann. Wer sein Gehirn nicht anstrengt, wird dümmer und unfähiger, aber Übung macht den Meister. Eine weitere ganz wichtige Erkenntnis der Hirnforschung ist die Tatsache, dass unser Gehirn unseren ganzen Körper gesund hält und manchmal sogar tödliche Krankheiten heilen kann, dass es umgekehrt aber auch einen gesunden Körper braucht, dessen gut trainierte Muskeln durch spezielle Botenstoffe die Vermehrung von Nervenzellen im Gehirn fördern. Wer die Bedürfnisse und erstaunlichen Fähigkeiten seines Gehirnes versteht und berücksichtigt, kann viel leichter gesund, erfolgreich und glücklich bleiben oder werden.

### **Ohne Gedächtnis funktionieren Menschen nicht.**

Bestimmte geistige Behinderungen und Krankheiten wie Alzheimer erinnern uns daran, wie wichtig für unser Leben als Menschen das Gedächtnis ist. Menschen mit Gedächtnis-Defekten können ihren Alltag nicht bewältigen oder ihre Verwandten und Freunde nicht erkennen. Kennen sie ihre eigene Vergangenheit nicht, dann können sie sich auch keine Zukunft vorstellen. Man kann heute sogar sehen, dass die selben Hirnbereiche aktiv sind, wenn wir uns Erinnern oder uns zukünftige Ereignisse vorstellen. Vor allem das Gedächtnis macht uns zu einzigartigen Persönlichkeiten. Aber auch Sprache und problem-lösendes Denken sind ohne Gedächtnis gar nicht vorstellbar.

### **Die Entwicklung unserer Gedächtnisse**

Wir haben verschiedene Gedächtnisse, die sich eines nach dem anderen erst nach und nach im Verlauf einer langen Kindheit entwickeln. Erst relativ spät entwickelt sich unser autobiographisches Gedächtnis, das unsere persönlichen Erlebnisse speichert. Deshalb können wir uns an unsere allerersten Lebensjahre nicht erinnern, auch wenn manche Menschen glauben, sich ganz weit zurück, im Extremfall sogar an ihre Reise durch den Eileiter zu erinnern, obwohl sie da noch keine einzige Nervenzelle besaßen.

Voraussetzung für ein autobiographisches Gedächtnis ist die Fähigkeit, zwischen der eigenen Person und ihrer Umwelt zu unterscheiden. Ein bekannter Test für diese Fähigkeit ist der Spiegeltest, dem man Menschen und Tiere unterzieht. Nur wenige Tierarten und Kleinkinder erst ab einem Alter von 6-18 Monaten verstehen, dass sie im Spiegel sich selbst und nicht irgendeine andere Person sehen. Etwa mit 5 Jahren verfügen Menschen über genügend Erinnerungen und ein ausreichend entwickeltes Gedächtnis, um sich auf dieser Grundlage auch zukünftige Ereignisse vorstellen zu können. Von da an sind wir fähig, mentale Zeitreisen durch unsere Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu unternehmen. Die Entwicklung des menschlichen Gedächtnisses ist aber auch in diesem Alter noch längst nicht abgeschlossen. Voll entwickelt sind diese und die Fähigkeit, sich Zeiteinheiten wie Wochen, Monate oder Jahre vorzustellen, erst mit etwa 9 Jahren. Uns Menschen ist es dadurch möglich, von in der Vergangenheit gemachten Fehlern und Erfahrungen zu lernen und daraus Konsequenzen für die Planung zukünftiger Handlungen zu ziehen. Sogar erst mit 25 Jahren erreicht unser Gedächtnis seine größte Leistungsfähigkeit.

Weiter Lernen und unser Wissen vergrößern können wir aber bis zum Tod, sofern uns keine schweren Hirnerkrankungen behindern. Tendenziell nimmt die Zahl der Verbindungen (Synapsen) zwischen unseren schätzungsweise 100-1000 Milliarden Nervenzellen mit zunehmendem Alter langsam ab. Ältere Gehirne werden langsamer und ungenauer und vergessen viel von dem, was der ältere Mensch hört und sieht, während sich junge Menschen das meiste davon merken können. Wir können dieser ungünstigen Entwicklung aber bis ins hohe Alter gut entgegenwirken, indem wir unser Gehirn ständig mit anspruch-

vollen und gelegentlich völlig neuen Aufgaben trainieren. Intensives Lernen vergrößert auch im Alter nicht nur das Wissen, sondern verbessert auch die Lernfähigkeit des Gehirns. Allzu große Routine macht das Gehirn bequem und unflexibel. Betroffen von der Alterung des Gehirns ist aber hauptsächlich das Lernen von Neuem, während altes Wissen weitestgehend erhalten bleibt.

Problematisch für die Erhaltung der Leistungsfähigkeit gesund alternder Hirne sind vor allem zunehmende Durchblutungsstörungen, die immer kürzer werdenden Tiefschlafphasen sowie die nachlassende Produktion von Hormonen und Botenstoffen. Neben abwechslungsreicher Ernährung, regelmäßigem Schlaf und abwechslungsreicher Arbeit hilft dagegen Ausdauer- und Muskeltraining. Ganz anders ist das, wenn ein Mensch an der Hirnkrankheit Alzheimer leidet. Die Betroffenen verlieren nach und nach alles, was sie in ihrem Leben gelernt haben. Wer allerdings bis ins hohe Alter geistig rege und sportlich aktiv bleibt, scheint auch ein geringeres Alzheimer-Risiko zu haben.

### **Wo befinden sich unsere Gedächtnisse**

Unsere Erinnerungen stecken in verschiedenen Teilen unseres Gehirns und in deren Verknüpfungen. Besonders wichtig ist der Hippocampus (das lateinische Wort für Seepferdchen) oder genauer die beiden Hippocampi in den beiden Gehirnhälften, aus denen ein normal entwickeltes, unverletztes und gesundes Gehirn besteht. Der Hippocampus gehört zu den evolutionär ältesten Teilen unseres Großhirns. Der Hippocampus bzw. beide Hippocampi befinden sich in der Schädelmitte in der unteren Hälfte des Gehirns. Die Hippocampi erreichen Informationen aus verschiedenen Sinnesorganen, sie zeichnen zunächst alles auf und sie überführen längerfristig wichtige Informationen aus dem Kurzzeitgedächtnis in verschiedene Langzeitgedächtnisse.

### **Das menschliche Gehirn ist kein Computer**

Es gibt Dinge, die Computer schneller und genauer machen als die meisten menschlichen Gehirne. Aber auch durchschnittliche menschliche Gehirne sind wesentlich flexibler als die besten Computer und sie können sehr viel mehr. Das liegt unter anderem daran, dass unsere Gehirne Informationen nicht nur elektrisch austauschen wie Computer, sondern zusätzlich über zahlreiche chemische Botenstoffe und Wirkstoffe. Im Gegensatz zu Computern sind unsere Gehirne allerdings auch sehr eigenwillig und tun oft nicht, was wir wollen oder zu wollen glauben.

Damit wir uns nicht jede bedeutungslose Beobachtung des Tages merken, muss unser Gehirn entscheiden, was wirklich wichtig oder interessant ist. Den Rest vergessen wir sofort oder nach kurzer Zeit. Damit wir über andere Dinge nachdenken können, erledigt unser Gedächtnis diese Entscheidungen unbewusst. Es wird dabei aber von unseren Stimmungen beeinflusst. Sind wir in einer gelangweilten Stimmung, dann findet auch unser Gedächtnis alles uninteressant und merkt sich fast nichts. Sind wir jedoch aufmerksam oder gar aufgeregt, dann geht unser Gedächtnis davon aus, dass alles wichtig und interessant ist. Weil wir unser Gedächtnis nicht belügen können, müssen wir uns wirklich in einen Zustand gesteigerten Interesses versetzen, wenn unser Gedächtnis gut funktionieren soll.

Von dieser Wichtigkeit müssen wir unser Gedächtnis überzeugen und wir können es nicht belügen. Nur was uns tief beeindruckt oder wirklich unbedingt wissen wollen, merkt sich unser Gehirn. Und auch das schafft es nur, wenn wir es nicht durch großen Stress, Sauerstoffmangel, zu wenig Schlaf oder schockierende Filme nach dem Lernen daran hindern.

Im Gegensatz zu Computern lässt sich unser Gedächtnis auch relativ leicht manipulieren und kann oft nicht zwischen Erzählungen, Gelesenem, Geträumtem und wirklich Erlebtem unterscheiden. Menschen sind deshalb keine zuverlässigen Zeugen, aber manchmal ist die Veränderbarkeit unseres Gedächtnisses auch ein Vorteil. Mit neuen Medikamenten und erstaunlich einfachen Techniken kann man heute alptraumartigen Erinnerungen an furchtbare Erlebnisse den Schrecken nehmen und sogenannten posttraumatischen Stress abbauen. Das funktioniert sogar dann, wenn die Traumatisierung vor vielen Jahren geschah. Erst seit wenigen Jahren wissen die Hirnforscher, dass jeder Gedanke unser Gehirn verändern kann, weil seine Entwicklung bis zum Tod nie aufhört. Jedes unserer Erlebnisse führt zu Veränderungen an Nervenzellen und den Verbindungen zwischen ihnen.

## **Tricks zur Verbesserung unserer Erinnerungsfähigkeit**

Wenn wir etwas lernen müssen oder vom Verstand her wollen, dann müssen wir uns auch gefühlsmäßig davon überzeugen. Je mehr wir uns dafür begeistern, umso leichter lernen wir. Dabei müssen wir uns nicht unbedingt für die Sache selbst interessieren. Sollte uns ein Lernstoff auch beim besten Willen überhaupt nicht interessieren, dann müssen wir eben das Lernen als quasi sportliche Herausforderung annehmen und uns für die Steigerung der Leistungsfähigkeit unseres Gehirns begeistern. Genau das tun Gedächtnissportler, die sich so uninteressante Dinge wie die genaue Reihenfolge der Karten eines Kartenspiels merken.

Wir müssen Gelerntes rechtzeitig wiederholen. Wir müssen es wiederholen, bevor wir es vergessen haben. Je öfter wir etwas schon wiederholt haben, desto länger können wir es uns merken. Deshalb müssen wir anfangs mit kürzeren und später mit immer längeren Abständen wiederholen. Manche Menschen brauchen nur wenige Wiederholungen und schaffen es mit größeren Abständen, andere müssen häufiger und mit kürzeren Abständen wiederholen. Manches können wir uns sehr leicht und im Extremfall sogar ohne bewußte Wiederholung merken, während wir andere Dinge viel öfter und mit kürzeren Abständen wiederholen müssen, um sie nicht schnell wieder zu vergessen.

Wir können und müssen unser Gedächtnis auch trainieren. Wir dürfen uns nicht damit abfinden, uns bestimmte Dinge eben einfach nicht merken zu können. Übung macht den Meister! Das gilt sogar für Menschen mit kranken oder verletzten oder durch eine Chemotherapie geschädigten Gehirnen und natürlich erst recht für Menschen mit einem gesunden Gehirn.

Damit unser Gehirn gut lernen kann, braucht es möglichst bald nach dem Lernen einen kurzen Mittagschlaf (20-30 Minuten) und ausreichenden Nachtschlaf mit Traum- und Tiefschlafphasen. Sieht man zwischen dem Lernen und dem Schlafen schnell noch einen schockierenden Horrorfilm, dann hätte man sich das Lernen sparen können.

Hart arbeitende Muskeln geben Botenstoffe ins Blut ab, die im Gehirn neue Nervenzellen entstehen lassen. Wenn wir diese neuen Nervenzellen auch benutzen, dann wächst unser Gehirn. Aber keine Sorge - der Schädel muss dafür nicht wachsen, denn wir haben im Gehirn noch genügend Hohlräume. Damit das Muskeltraining aber auch auf den Muskel positiv wirkt, sollte jeder Muskel nur alle 2-3 Tage trainiert werden. Auch regelmäßiger Ausdauersport und Gleichgewichtsübungen sind gut für das Gehirn.

Beim Lernen sollten wir weder hungrig noch überfressen sein und die Luft sollte noch möglichst viel Sauerstoff enthalten.

Beim Lernen sollte man sich durch nichts ablenken lassen, was irgendwie unsere Aufmerksamkeit auf sich lenken könnte. Multitasking beherrscht das menschliche Gehirn nämlich nur bei unbewussten oder automatisierten Tätigkeiten wie der Regulation von Herzschlag und Verdauung oder dem Radfahren.

Lernen sollte man außerdem möglichst stressfrei, denn Angst, Selbstzweifel und Druck schwächen deutlich das Gedächtnis und können sogar das Gehirn schädigen.

## **Plastizität des menschlichen Gehirns**

Fast bis zum Jahr 2000 galt es als wissenschaftlich erwiesen, dass abgestorbene Nervenzellen im Gehirn nicht ersetzt werden können und dass auch nicht andere Bereiche des Gehirns die Aufgaben eines verletzten Hirnbereichs übernehmen können. Die Intelligenz und die Begabungen eines Menschen galten als angeboren und unveränderlich. Die meisten Menschen und sogar Ärzte hielten es deshalb für sinnlos, Patienten nach einer Hirnverletzung für eine Wiederherstellung ihrer verlorenen Fähigkeiten hart trainieren zu lassen. Und Schüler wie Lehrer konnten sich nicht vorstellen, dass man durch Lernen intelligenter werden und sich auch in seinen schwächsten Fächern stark verbessern könnte, wenn die Probleme nicht einfach mit Faulheit oder familiären Problemen erklärbar waren.

Inzwischen haben Hirnforscher gelernt, dass die Aufgaben verletzter Hirnregionen von gesunden Teilen des Gehirns übernommen werden können, wenn man nur lange und intensiv trainiert. Unser Gehirn ist sogar derart flexibel, dass es Bilder nicht nur aus den Nervenimpulsen des Sehnervs berechnen kann, sondern nach kurzem Üben auch aus den Sinneseindrücken von Druckrezeptoren der Rückenhaut oder elektrisch gereizten Sinneszellen der Zunge, wenn man mit einer Kamera aufgenommene Bildpunkte auf

die Haut oder die Zunge überträgt. Manchmal benötigt das Gehirn für seine Neuorientierung seltsame Hilfestellungen, aber trotzdem ist die Anpassungsfähigkeit des Gehirnes bei der Verarbeitung von Sinnesindrücken erstaunlich. Dabei ersetzt das Gehirn nicht nur einen Sinneseindruck durch einen anderen, sondern es repariert sich auch, indem es sich umbaut.

Eine wahrscheinlich von Geburt an schwer geistig behinderte Frau lernte extrem langsam, konnte vieles nicht begreifen und nicht einmal die Uhr lesen. Sie blieb behindert, solange sie nur versuchte, ihre Schwächen zu umgehen. Als sie jedoch von der Plastizität des Gehirns erfuhr, teilte sie das Erlernen des Uhrlesens in winzige Schritte auf und trainierte gezielt ihre größten Schwächen. Innerhalb weniger Wochen stellten sich deutliche Fortschritte ein und inzwischen arbeitet sie mit neu programmiertem Gehirn ohne erkennbare Behinderung selbst sehr erfolgreich als Lehrerin mit behinderten Kindern. Dabei stellte sie fest, dass den behinderten Kindern geduldiges Üben der Handschrift und der Vortragskunst sehr helfen. Früher legte man darauf auch in normalen Schulen großen Wert und vielleicht fehlt das heute vielen Kindern, denn diese Übungen trainieren offenbar wichtige Zentren des Gehirns.

Wissenschaftler konnten außerdem nachweisen, dass Muskeltraining über Myokine genannte Botenstoffe eine Vermehrung von Nervenzellen im Gehirn anregt. Man hat allerdings auch festgestellt, dass diese neuen und überhaupt alle Nervenzellen im Gehirn absterben, wenn sie nicht ausreichend benutzt werden. Sport allein macht also noch nicht intelligenter, aber sehr wohl eine Kombination aus Muskeltraining und intensiver Benutzung des Gehirns. Die inzwischen auch an deutschen Universitäten weit verbreitete Kombination von Sport und Lernen ist also eine sehr gute Idee, während an deutschen Schulen viel zu wenig Sport getrieben wird.

Ein wissenschaftlicher Vergleich zwischen guten und sehr guten Geigern hat gezeigt, dass der Unterschied selbst bei Musikern nicht mit unterschiedlichen Begabungen erklärt werden kann, sondern ganz einfach durch unterschiedlich viele Stunden, die ein Geiger in seinem bisherigen Leben Geige gespielt hat. Vor allem wegen dieses Vorsprungs sind Musiker und auch Motorradfahrer besser, wenn sie schon sehr früh mit ihrer Kunst oder ihrem Sport angefangen haben.

### **Phantomschmerzen sind negative Folgen der Hirnplastizität**

Phantomschmerzen entstehen, weil für Wahrnehmungen aus einem nicht mehr vorhandenen Körperteil zuständige Hirnbereiche nach einer neuen Beschäftigung bzw. nach neuen Sinneseindrücken suchen, die sie verarbeiten können. So können sie beispielsweise die Wahrnehmung leichter Berührungen im Gesicht als Schmerzen in einer fehlenden Hand interpretieren. Dann muss man das Gehirn wieder umprogrammieren, indem man ihm mit einem Spiegel oder mit einer fremden Hand den Eindruck vermittelt, die fehlende Hand sei wieder da. Mit ähnlichen Übungen kann das Gehirn auch lernen, eine gelähmte Hand wieder unter seine Kontrolle zu bringen.

### **Was macht uns intelligent und lässt uns richtig gut werden?**

Es gibt bestimmte Gene, die einfach intakt sein müssen, damit ein Gehirn lernen kann. Wahrscheinlich gibt es auch Genvarianten (Allele), die einem Gehirn ein größeres Potential verschaffen als anderen. Aber wer sein Potential nicht nutzt, der verliert es. Und die Gedächtnisse, das Zusammenspiel von Hirn und Körper sowie die Intelligenz verbessern sich, wenn man sie durch schwierige Aufgaben herausfordert. Dabei hilft es, wenn die Botenstoffe (Myokine) hart arbeitender Muskeln im Gehirn die Bildung neuer Nervenzellen fördern. Prof. Manfred Spitzer fasste den Zusammenhang zwischen dem Gehirn und seinem Lernen einmal in dem Satz: "Lernen ist die Veränderung des Geistes durch seinen Gebrauch." treffend zusammen. Eine wichtige Rolle spielt aber auch die Umwelt und dabei vor allem die Familie. Massiver Stress der werdenden Mutter kann zu einem ängstlichen Kind führen, Fehlernährung während der Schwangerschaft kann ein häufig krankes Kind zur Folge haben. Kinder können Bindungs- und andere Ängste entwickeln, wenn ihre Mütter sie einfach schreien lassen. Kinder können die Freude am Lernen verlieren, wenn Eltern auf ihre Fragen abweisend reagieren. Später können sich Über- und Unterforderung sowie Druck und Stress schädlich auf das Gehirn auswirken.

## **Das neue Verständnis der Hirnforscher sollte Folgen für das Lernen in Schulen haben:**

Früher haben Lehrer, Eltern und Schüler geglaubt, unterschiedliche schulische Erfolge ließen sich hauptsächlich mit unterschiedlichen Begabungen oder mit einer Diskriminierung von Schülern aus armen und/oder bildungsfernen Elternhäusern erklären. Die neuen Forschungsergebnisse zeigen, dass die erfolgreicheren Schüler einfach mehr Stunden gelernt haben, weil ihre Eltern schon ganz früh mit ihnen Kinderbücher gelesen und ihnen die Welt erklärt haben, weil sie ein eigenes Zimmer mit Schreibtisch und Bücherregal haben, weil sie von ihren Eltern ständig zum Lernen motiviert werden und weil sie notfalls Nachhilfe-Unterricht bekommen oder auf eine teure Privatschule wechseln, anstatt einfach auf eine weniger anspruchsvolle Schule abgeschoben zu werden. Das bedeutet aber auch, dass sich Fleiß fast immer lohnt und die angeblich fehlende Begabung selten als Ausrede taugt. Zwar gibt es selbstverständlich auch genetische und sogar vorgeburtliche Einflüsse, aber der Einfluss des Übens auf den Lernerfolg ist größer als der Einfluss der Begabung.

Früher hat man Schüler mit Schwierigkeiten in mehreren Fächern vom Gymnasium zur Realschule oder von der Realschule zur Hauptschule geschickt, weil man den Verbleib auf der anspruchsvolleren Schule für eine sinnlose Überforderung der "Problemschüler" hielt. Auch viele Schüler haben so gedacht und wollten oft selbst diesen Schulwechsel und eher praktische Berufe. Heute wissen zumindest Hirnforscher, dass zusätzliches Üben die bessere Alternative wäre. Nichts gegen handwerkliche Berufe, aber mit Selbstlernmaterial, Nachhilfelehrern oder Förderangeboten der Schulen könnten sich Schüler auch in ihren Problemfächern stark verbessern. Übrigens beweisen reiche und an Bildung besonders interessierte Familien Jahr für Jahr, dass Schüler bei gleicher Begabung durch Nachhilfe und Förderung durch die Eltern erheblich erfolgreicher abschneiden.

Noch heute halten es viele Lehrer, Eltern und sogar Schüler für eine gute Idee, Schüler nach bisherigen schulischen Leistungen zu sortieren und dann in vermeintlich homogenen Klassen alle im gleichen Tempo lernen zu lassen. Dabei bedeutet die Plastizität des menschlichen Gehirns, dass dadurch die Hirnentwicklung der besseren Schüler durch Unterforderung ausgebremst wird, während die Gehirne der überforderten Schüler durch Stress und Entmutigung sogar geschädigt werden. Dabei könnten alle Lernenden intelligenter, lernfreudiger, gelehrter und kreativer werden, wenn Jede und Jeder auf dem eigenen Lernstand und im eigenen Lerntempo und möglichst sogar den Stoff lernen dürfte, für den sie sich gerade besonders interessieren. Auf Montessori- und ähnlichen Reform-Schulen ist das auch möglich und hat sogar den zusätzlichen Vorteil, dass die Schüler selbständiger und eigenständiger zu Lernen lernen und seltener die Freude am Lernen verlieren. Das ist allerdings nur möglich, wenn die Schulen nicht durch Schulpolitiker dazu gezwungen werden, alle Schüler einer Klasse am selben Tag die selbe Klausur schreiben zu lassen.

Heute versucht eine dumme Schulpolitik, Gerechtigkeit dadurch herzustellen, dass man alle Schüler nach möglichst exakt gleichen Kriterien benotet. Dieser Ansatz ignoriert die große Unterschiedlichkeit der Menschen und bestraft beispielsweise Migrantenkinder mit schlechten Noten dafür, dass Deutsch nicht ihre Muttersprache ist. Andererseits werden Kinder mit guten Noten dafür belohnt, dass sie von ihren Eltern besser gefördert wurden und an ihren eigenen Schreibtischen besser arbeiten können. Das ist nicht nur ungerecht und diskriminierend, sondern es demotiviert die besten und die schwächsten Schüler, weil die einen zu viel und die anderen zu wenig Anerkennung für ihre eigenen Anstrengungen erhalten.