



Texte zum Themenschwerpunkt *Lernpsychologie in der Schule*



Behavioristische Lerntheorien (Pawlow / Skinner)

Klassisches und operantes Konditionieren

Die Behavioristen haben sich als erste umfangreich wissenschaftlich mit dem Lernen beschäftigt. Die von ihnen entwickelten Konditionierungstheorien sind immer noch nützlich für den schulischen Alltag, und sie sind immer noch prägend für die – oft unbewussten – subjektiven Theorien aller Menschen, die sich mit Erziehung und mit Lernen beschäftigen.

Behavioristen definieren Lernen als Verhaltensänderung, das Denken selbst untersuchten sie nicht, sondern nur den Zusammenhang von Reizen, Reaktionen und Verstärkern und danach beobachtbaren Verhaltensänderungen.

Beim **klassischen Konditionieren** (Pawlow u.a.) wird ein neutraler Reiz mit einem unkonditionierten Reiz mehrfach, zeitnah und so intensiv verbunden, dass er selber zu einem eigenständigen – konditionierten – Reiz wird. Ein berühmtes Experiment von 1920: Der 11 Monate alte Albert spielt gerne mit einer weißen Ratte. Er erhält während der Studie bei jedem Blick auf die Ratte einen angsterregenden Reiz, ein lautes Geräusch. Seine darauf folgende Angstreaktion überträgt er bald auf die Ratte. Durch eine Reizgeneralisierung übertrug Albert seine Reaktion anschließend auf andere pelzartig aussehenden Dinge bis hin zum Bart des Versuchsleiters.

Albert lernte also durch klassische Konditionierung ein neues emotionales Verhalten. Angst vor Spritzen, vor Ärzten, vor Schule, einem bestimmten Fach etc. kann ähnlich entstehen, aber auch positive Emotionen z.B. beim Betreten eines bestimmten Schulraums. Mit der Klassischen Konditionierung können wir in der Schule auch das Verhalten der Schüler (und der Lehrer?) beim Schulgong erklären.

Im Mai 2009 erzählte eine Lehrerin aus Frankfurt, dass sie kürzlich ihren alten Geschichtslehrer zufällig an einer Supermarktkasse traf. Zwanzig Jahre zuvor hatte sie in jeder Schulstunde große Angst vor diesem Lehrer gehabt, viele Mitschüler hatten ihn wegen seiner auf Angst basierenden Unterrichtsmethodik gehasst. Als diese Lehrerin ihren ehemaligen Lehrer im Supermarkt sah, bekam sie sofort zittrige Knie, verbunden mit dem gleichen Angstgefühl, das sie zwanzig Jahre zuvor spürte. Diese stabile Verknüpfung kann man mit Konditionierung erklären, auch z.B. mit Erkenntnissen der Neurobiologie (s. unten: Amygdala im limbischen System). Solche Erlebnisse erklären aber auch, warum manche Menschen mit einzelnen traumatischen schulischen Erfahrungen noch heute emotional sehr negativ auf die Schule reagieren.

Das **operante Konditionieren** (Skinner u.a.) bemüht sich, Lernen durch einen Reiz NACH einem Verhalten zu fördern. Durch eine – positive oder negative – Verstärkung soll der Lerner dazu angeregt werden, das Verhalten so oft zu wiederholen bis es in sein Repertoire übergeht.

Positive Verstärkung bedeutet die Hinzufügung eines als angenehm empfundenen Reizes (z.B. 5 € oder ein Lob), negative Verstärkung die Wegnahme eines als unangenehm empfundenen Reizes (z.B.: L erlässt dem S die Strafarbeit, da er gut mitgearbeitet hat.). Man kann ein Verhalten durch Ignorieren löschen. Auch durch eine Strafe (nicht zu verwechseln mit negativer Verstärkung!!!) kann ein unerwünschtes Verhalten unterdrückt werden, aber kein erwünschtes Verhalten aufgebaut.

Beispiel: Elke stört den Unterricht und den Lehrer durch lautstarkes Reden. Herr Müller schimpft mit ihr. Elke schweigt; eventuell schaut sie heimlich grinsend zu ihrer Nachbarin.

Mögliche Interpretationen: Elke empfindet das Schimpfen als Strafe, als „aversiven Reiz“ und unterdrückt in Zukunft den Wunsch, lautstark zu stören.

Oder: Elke erhält durch das Schimpfen eine gewünschte Aufmerksamkeit, von Herrn Müller, vielleicht auch von der Nachbarin. Elke wird zukünftig häufiger stören.

Herr Müller wird die Ruhe Elkes genießen, er erhält durch die Abwesenheit des störenden Reizes eine negative Verstärkung seines Verhaltens, wird also in Zukunft häufiger schimpfen.

Deutlich werden die Grenzen des Behaviorismus: Er erklärt nicht die möglichen gedanklichen Wege der Akteure. Die Konditionierung ist in Gefahr mögliche Handlungsmotive zu „übersehen“ oder gar einen „heimlichen Lehrplan“ zu erzeugen: Das Verhalten des Lehrers oder der Schülerin können per Modell-Lernen (s. unten) zum eigentlichen Inhalt des Gelernten für die anderen Schüler werden.

Eine bedeutsame Rolle hat das Operante Konditionieren im Zusammenhang mit der Verhaltensmodifikation von auffällig agierenden Schülern gewonnen: Über einen längeren Zeitraum hinweg können durch entsprechende wiederkehrende und in ihrer Stärke variierende – meist abnehmende – Reize alte Verhaltensweisen verlernt und neue gelernt werden.



Texte zum Themenschwerpunkt *Lernpsychologie in der Schule*



Beobachtungslernen – Lernen am Modell (Bandura)

Wir sind soziale Wesen und orientieren uns am Verhalten anderer Menschen. Beim Modell- und Beobachtungslernen erwerben wir die Kompetenz eines Modells durch die Beobachtung und die Nachahmung des Verhaltens. (Bandura, 1965)

Dies kann von kurzfristig erlernbaren Tätigkeiten wie die Bedienung eines Hammers bis zu langfristig erworbenem komplexem Sozialverhalten bei Auseinandersetzungen im Klassenzimmer reichen.

Zum Lernen gehören zum einen Aufmerksamkeit für das Modell und sein Verhalten, für die Reaktionen der Umgebung und natürlich die Speicherung der Verhaltensmuster. Verstärkung für das Modellverhalten erhöht die Wahrscheinlichkeit der Nachahmung.

Bandura gliedert das Modelllernen unter zwei Aspekten: Aneignungsphase und Ausführungsphase. Bei der Aneignung sind bestimmte Eigenschaften des Modells wichtig: Modelle werden die Menschen, die zum einen ähnliche Merkmale wie der Beobachter besitzen, zum anderen aus verschiedensten Gründen für die Nachahmung attraktiv sind; dies ist in der Regel dann der Fall, wenn der Nachahmende die Modelle als tüchtig, aber auch als mächtig oder sympathisch empfindet. Modelle können bekannte Personen wie z.B. Dieter Bohlen werden, aber natürlich auch die Lehrerin, der Mitschüler oder die Mutter. Wenn ein komplexes Verhalten angeeignet werden soll, ist es wichtig die Aufmerksamkeit der SchülerInnen auf wesentliche Kennzeichen des modellierten Verhaltens zu lenken.

In der Ausführungsphase ist die Erwartung des Lernenden relevant: Nützt mir die Ausführung? Hier wird die besondere Bedeutung einer unterstützenden und wertschätzenden Lernumgebung erkennbar: gegenüber dem modellierten Verhalten, das dem Ausführenden schon Nutzen gebracht haben muss und gegenüber den Lernenden. Mit dieser Annahme wird Banduras Beobachtungslernen Startpunkt der kognitiven Wende (Bobo-doll-Experiment, 1965), nach der die „Black Box“ der Behavioristen geöffnet wird (s.a. Motivation: Erwartung-mal-Wert-Theorie).

Misserfolgsorientierte oder ängstliche Menschen ahmen beobachtetes Verhalten besonders häufig nach, vor allem nach vorangegangenen Misserfolgen. Dies macht die besondere Verantwortung von Lehrern und ihrem Verhalten gerade bei schwächeren Schülern deutlich.

In vielen bewusst gesteuerten schulischen Lernprozessen ist Modelllernen wirksam und hilfreich: Musizieren, Turnen, Sprachenlernen sind leicht nachvollziehbare Beispiele. Aber auch Problemlöse- und Analysestrategien in Mathematik, Geschichte und manchen anderen Fächern können durch lautes Denken von Lehrpersonen modelliert werden. Das Prinzip der „kognitiven Meisterlehre“ basiert darauf.

Aber Schülerinnen und Schüler lernen stets viel mehr, als man sie bewusst, gezielt und absichtlich lehrt. Die Wirkung von Vorbildern im kognitiven, sozialen, emotionalen und ethischen Lernbereich der Schule kann daher kaum überschätzt werden.

In den vergangenen Jahren haben neurobiologische Erkenntnisse Bandura bestätigt: Es gibt so genannte Spiegelneuronen, die bei Beobachtungen ähnlich aktiv werden wie die entsprechenden Neuronen des Modells. Dabei können die Beobachtenden später das Verhalten des Modells nachahmen und es feuern wieder die gleichen Neuronen. Das geschieht aber nur, wenn das Beobachtete als bedeutsam bewertet wurde.

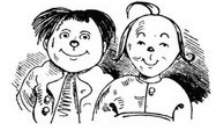
Kognitive Meisterlehre (Cognitive Apprenticeship)

In der handwerklichen Ausbildung spielt das *Lernen am Modell* seit jeher eine wichtige Rolle. Zuerst beobachtet der Lernende seinen Lehrmeister bei der kompetenten Ausführung seiner Tätigkeit. Danach versucht er einzelne Teile davon, später dann sukzessive die ganze Tätigkeit unter Anleitung des Lehrmeisters, der ihn unterstützt, korrigiert und bewertet, auszuführen. In der anschließenden Phase des Übens steht der Lehrmeister mit Tipps und Hilfestellungen bereit, damit der Lernende die Tätigkeit Schritt für Schritt beherrschen lernt. Später, mit zunehmender Beherrschung der neuen Tätigkeit durch den Lehrling, reduziert der Lehrmeister diese Hilfestellungen und zieht sich allmählich zurück. Das didaktische Prinzip der kognitiven Meisterlehre überträgt die Phasen des Erwerbs handwerklicher Tätigkeiten auf den Prozess innerlich ablaufender *geistiger* Tätigkeiten.

CA wird auch als gut geeignet für die Umsetzung der Ergebnisse des Situated Learning verstanden. Über das Modell und das anschließende Erproben können SuS eine komplexe Problemlösungs-Situation in ihrer Vielfalt (kennen) lernen.



Texte zum Themenschwerpunkt *Lernpsychologie in der Schule*



Kognitive Lerntheorien I – Drei Speicher (Atkison & Shiffrin)

Gedächtnis: Speichertheorie und gespeichertes Wissen

Seit den 50er Jahren und der so genannten „Kognitiven Wende“ beschäftigte sich die Psychologie mit der Frage, WIE das Gehirn lernt: Während die Behavioristen das Gehirn als „Black Box“ betrachteten, wurde diese nun „geöffnet“ und das Lernen jetzt als Informationsverarbeitung verstanden. Eine wichtige Überlegung war: Wie speichert das Gehirn? Ein sehr einflussreicher kognitionspsychologischer Ansatz ist die „3-Speicher-Theorie“: Sensorischer Speicher – Kurzzeitspeicher (→ Arbeitsspeicher) – Langzeitspeicher.

Im **sensorischen Speicher** kommen Millionen Reize an, aus denen die Informationen herausgefiltert werden, denen das Gehirn **Aufmerksamkeit** schenkt.

Der **Kurzzeitspeicher** kann 7 +/- 2 Informationsbündel („**Chunks**“ wie z.B. die Zahlenfolge 2-0-0-9, die ich als Jahreszahl-„Chunk“ abspeichere) zeitgleich wenige Sekunden bereithalten und sie für die Langzeitspeicherung vorbereiten. In späteren Theorien wird der Kurzzeitspeicher auch zum **Arbeitsspeicher** erweitert, in dem der Austausch mit den Informationen aus dem Langzeitspeicher, die Verarbeitung des neu Aufgenommenen und die Vorbereitung der Speicherung stattfindet. Seine Kapazität ist beschränkt, aber es können wahrscheinlich parallel Sprach- und Bild- und episodische Informationen verarbeitet werden. Die neuen Informationen werden im Arbeitsspeicher **bewertet**, ob und wie sie weiter **verarbeitet** werden.

In der Cognitive-Load-Forschung wurde untersucht, warum Menschen in manchen Situationen auf manche Phänomene aufmerksam werden und sie später erinnern – also „lernen“ – und in anderen Situationen nicht. Ein wichtiges Ergebnis war, dass es häufig an einem „cognitive overload“ des Arbeitsspeichers lag, vor allem die parallele Verarbeitung von Texten, Bildern und akustischen Reizen kann SuS überfordern. Visualisierung ist z.B. sehr wertvoll, als Veranschaulichung oder als Möglichkeit der Elaboration, sie sollte aber eigenständig eingesetzt werden und nicht als bloße „Auflockerung“ eines Textes.

Informationen werden anschließend in die Strukturen des **Langzeitspeichers** eingefügt, angepasst (d.h. verändert) oder die **Strukturen** werden so verändert, dass die Informationen ohne Störung eingefügt werden können (s. Konstruktivismus!).

Die Grobstrukturen des Langzeitspeichers lassen sich in deklaratives Gedächtnis (episodisch [Erlebniswissen] und semantisch [Weltwissen]) und nicht-deklaratives Gedächtnis (Bewegungsmuster, Assoziationen, Konditionierungen) unterscheiden. Unterschieden wird auch nach explizitem und implizitem Wissen.

Diese Speicherstrukturen sind Konstrukte der Gedächtnispsychologie, die helfen sollen, die Vorgänge in unserem Gehirn besser zu verstehen. Sie sind nicht der Versuch, die Biologie unseres Gedächtnisses zu beschreiben.

Allerdings lassen sich manche Beobachtungen der **Neurobiologie** auf das 3-Speicher-Modell übertragen: unsere Sinne und die neuronalen Verbindungen ins Gehirn als Sensorischer Speicher, Limbisches System und vor allem der Hippocampus im Zusammenspiel mit dem präfrontalen Cortex als Arbeitsspeicher, Cortex als Langzeitspeicher.

Der Übergang vom Kurzzeit- und Arbeitsspeicher zum Langzeitspeicher kann dauerhaft nur gelingen, wenn Neues **wiederholt** wird, in **variantenreichen Zusammenhängen geübt** und möglichst **bedeutungsvoll verarbeitet** – elaboriert – wird. Eine Möglichkeit diesen Übergang zu unterstützen ist Ausubels „Advance Organizer“: Die Lerner erhalten eine Überblicksstruktur, die im Wesentlichen bekannte Informationen zusammenfasst, in die im Weiteren die ausdifferenzierten neuen Informationen eingefügt werden können. Hiermit aktiviert Ausubel zum einen Vorwissen, sodass das Anknüpfen erleichtert wird, zum anderen gibt er Strukturen vor, die ein adäquates Repräsentieren des neuen „Weltwissens“ erleichtern sollen. (s. a. Assimilation, aber auch Konstruktivismus!).



Texte zum Themenschwerpunkt *Lernpsychologie in der Schule*



Kognitive Lerntheorien II – Konstruktion (Piaget)

Piagets Erkenntnistheorie und der Konstruktivismus

Der Schweizer Biologe und Psychologe Jean Piaget bezeichnet seine Erkenntnistheorie als „konstruktivistisch“ (im Unterschied zu „realistisch“) und viele Konstruktivisten berufen sich auf seine Forschungen. Der Erkenntnistheorie Piagets lässt sich vereinfacht an der Begriffskette Assimilation - Störung - Akkomodation - Äquilibration erläutern. Den Gesamtprozess nennt Piaget Adaptation: Der Mensch adaptiert sich an die Umwelt in einer Organismus-Umwelt-Interaktion.

Assimilation ist ein Erkenntnisvorgang, durch den der Mensch Wirklichkeit in sein kognitives System integriert. Assimilation ist aber nicht nur die Einverleibung der Umwelt in den Organismus, sondern der assimilierende, angleichende Umgang mit Neuem. Das Neue wird mit dem Bekannten, dem vorhandenen Wissen verknüpft. Durch Assimilation wird Neues in vorhandene Deutungsmuster eingefügt.

Anlass für Lernprozesse als Veränderungsprozesse sind Störungen (s.a. „kognitive Dissonanz“). Gelingt es nicht, das Neue in das vorhandene System zu assimilieren, so liegt das Neue gleichsam quer zu dem Bekannten, so wird das Gleichgewicht gestört. Die Störung kann erfreulich oder unerfreulich, überraschend oder erwartet sein. Wird die Störung als relevant und nicht als gleichgültig wahrgenommen, so muss daraus eine Korrektur der Wahrnehmungsmuster und Handlungsschemata resultieren. In diesen Fällen wird um-gelernt, es findet eine **Akkomodation** statt. Auslöser von lern-relevanten Störungen und entsprechenden Akkomodationen sind vor allem symbolische (Dingen Bedeutung gebende, d.A.) Interaktionen mit anderen.

Menschen besitzen aber auch die Möglichkeit eine potentielle Störung nicht als solche anzusehen: Aufgrund einer vereinfachenden oder verkürzenden Wahrnehmung (z.B. weil stabile Vorurteile vorhanden sind) werden Ereignisse assimiliert und es entstehen fehlerhafte Konstrukte. Oder die potentielle Störung wird weggefiltert, nicht als relevant wahrgenommen.

Ziel des akkomodierenden Lernens ist eine **Äquilibration**, eine Homöostase, ein psychosoziales und kognitives Gleichgewicht. Das Bedürfnis des Menschen, durch Assimilation und Akkomodation zwischen sich und der Umwelt ein Gleichgewicht herzustellen, bezeichnet Glaserfeld als den Instrumentalismus Piagets und verbindet damit seinen Begriff der **Viabilität** („Gangbarkeit“, d.A.) : Nicht Wahrheit ist Zweck des Erkennens, sondern „Viabilität in der Erfahrungswelt“.

Die Berührungspunkte der Kognitionstheorie Piagets mit dem **Konstruktivismus** sind folgende:

- Kognition ist keine rezeptive Abbildung und Widerspiegelung äußerer Realität, sondern eine **konstruktive Aneignung**.
- Neue Erkenntnisstrukturen entstehen **aus vorhandenen Erkenntnissen**.
- Der Mensch erwirbt Assimilationsschemata, d.h. Muster des Wahrnehmens, Erkennens und Deutens, in die die **Außenwelt einverleibt** wird. Erkannt wird nur das, was in diese Schemata „passt“.
- Erkenntnis ist ein individueller Prozess, der aber **soziale Interaktionen** voraussetzt.
- Äquilibration ist eine **Leistung des Subjekts** und nicht ein Ergebnis von Belehrungen und Erziehung. (Nach: <http://www.mathe-ecke.de/piaget.htm> (16.2.08))

Die unmittelbar „motivierend“ wirkenden **Inkongruenzsituationen** lassen sich mit Piaget so erklären: Aus dem Bedürfnis, Äquilibration herzustellen, versucht das Individuum, eine kognitive Dissonanz zwischen bisherigem Wissen (zwei Farben zusammen geben eine Mischfarbe) und Chemie-Experiment (zwei farbige Flüssigkeiten ergeben klare Flüssigkeit, „Wasser“) aufzulösen durch kognitive Operation: Das Neugier-Motiv ist angesprochen! Daneben bleibt die konstruktivistische Erkenntnis wichtig: Wir können die Schüler nicht „belehren“, wir können nur eine **anregende und unterstützende Lernumgebung** gestalten, die den Schülern hilft, Nutzen bringend und subjektiv Weltwissen zu konstruieren.

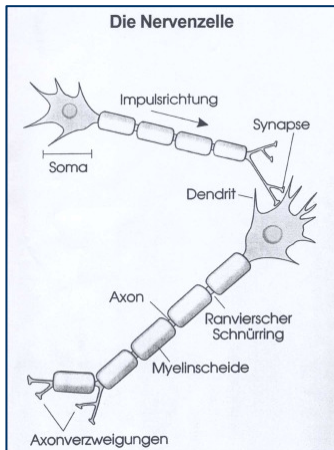


Texte zum Themenschwerpunkt Lernpsychologie in der Schule



Neurobiologie (Spitzer)

Die Gehirnforschung erlebt in den letzten 10 Jahren einen großen Zuspruch, manchmal entsteht der Eindruck einer „Mode“: Alle machen und reden mit, aber schon bald wird ein anderes Thema die Gespräche bestimmen. Zwar wird in manchen Publikationen und Fernsehgesprächen mehr in der Neurobiologie entdeckt als in ihr steckt, vor allem wird oft übersehen, dass eine Reihe ihrer Erkenntnisse längst schon in der psychologischen Forschung solide nachgewiesen wurden. Trotzdem gibt die Gehirnforschung eine Reihe neuer Anstöße für unser Wissen über das Denken und Lernen und das Gedächtnis, und sie hat ihren großen Wert auch darin, dass mit ihr psychologische Forschungsergebnisse nun auch materiell belegt werden können.



Lernen neuronal

Das Gehirn besteht aus rund 100 Milliarden **Neuronen**, aus den **Synapsen** zwischen ihnen und der Ummantelung der Nervenfasern aus Myelin, die bei besonders häufiger Benutzung der neuronalen Verbindungen entsteht. Informationen werden von Zelle weitergegeben durch ein Zusammenspiel von **elektrischen Reizen** und Weitergabe von **Neurotransmittern** (chemische Botenstoffe wie z.B. Dopamin oder Glutamat). Auf der

neuronalen Ebene findet **Lernen** zum einen durch das Entstehen neuer synaptischer Verbindungen statt, zum anderen durch die Myelinisierung, die die Informationsweitergabe drastisch beschleunigt.

Die Neuronen sind extrem **vernetzt** (bis zu 10.000 Verknüpfungen), sie bilden zu einem Gruppen, „Kerne“, die bestimmte Aufgaben übernehmen, diese Kerne sind aber mit dem ganzen Gehirn verbunden. Allerdings lassen sich Bereiche deutlich lokalisieren, in denen z.B. bestimmte Körperteile repräsentiert werden oder in denen bestimmte kognitive, sensorische oder motorische Leistungen verortet werden können.

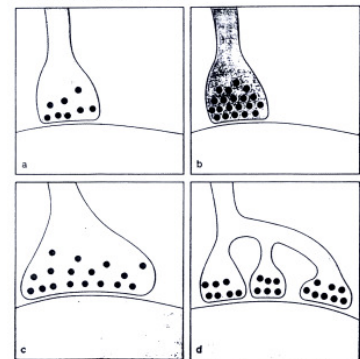
Lernen im Gesamtsystem Gehirn

Besonders wichtig für das Lernen sind im Gehirn das **limbische System** mit **Hippocampus** und **Amygdala** und der **Cortex**, die große Hirnrinde, in denen in verschiedenen Regionen dauerhaft gespeichert, aber auch „gearbeitet“ wird. Die Amygdala ist der Speicherung vorgeschaltet. Sie hat einen besonderen Stellenwert bei der emotionalen Bewertung. Bei Gefahrenzuständen kann sie eigenständig ohne „Nachfrage“ im Cortex Befehle an die Beinmuskulatur geben: Wegrennen! In Studien konnte nachgewiesen werden, dass bei allen stark negativ emotionalen Situationen wie z.B. bei Angst, die Amygdala schnelle Reaktionen ermöglicht und auch zielgerichtetes Lernen. Typisch ist dabei allerdings der „Tunnelblick“ (s.a. situiertes Lernen): Gelernt wird nur für einen eng begrenzten Raum, kaum verknüpft, das so erworbene Wissen ist kaum kreativ in anderen Situationen verwendbar.

Auch bei positiven Emotionen wird das limbische System aktiv; auffällig ist hier aber, dass emotional positiv erlerntes Wissen anschließend in einer großen Bandbreite und Flexibilität zur Verfügung steht. Bei guten äußeren Lernbedingungen wie Beachtung, Anerkennung und Wertschätzung wird über Botenstoffe (Dopamin etc.) das körpereigene chemische Motivationssystem angeregt. Bei Überforderung, Bedrohung und Gewalt wird u.a. via Amygdala werden andere Botenstoffe (Cortisol etc.) ausgeschüttet, die zu Stress führen und Lernen be- oder sogar verhindern.

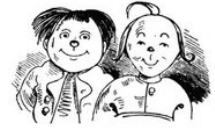
Neben der Amygdala liegt der Hippocampus, der jeden Sachverhalt aufnimmt, bewertet und den richtigen „Schubladen“ für die Abspeicherung zuweist. Das heißt, dass hier Zusammenhänge hergestellt werden (→ Erkenntnistheorie/Konstruktivismus!), die das repräsentieren, was das individuelle Gehirn als wertvolle äußere Information versteht. Hier wird immer wieder über die individuelle „Wahrheit“ entschieden, die nur in Teilen von der externen Wirklichkeit abhängig ist. Hier wird auch darüber entschieden, ob weitere Informationen nötig sind. Wenn der Hippocampus und mit ihm das gesamte Gehirn auf diese Art aktiv wird, dann wird Lernen selbstgesteuert und dadurch sehr nachhaltig – auch wenn die Repräsentation der externen Wirklichkeit fehlerhaft ist...

Abb. 15: Durch vorausgegangene Aktivität bewirkte Veränderungen der Synapsen. a: Normaltyp, b: Vermehrung der Vesikel und damit der Menge der freigesetzten Transmittersubstanz, c: Vergrößerung der Synapse, d: Vermehrung der Synapsen.





Texte zum Themenschwerpunkt *Lernpsychologie in der Schule*



Der **Cortex** ist in unterschiedliche Areale unterteilt, der für das schulische **abstrakte Lernen** besonders wichtige frontale Bereich entwickelt sich erst relativ spät. Im Stirnlappen liegen auch Areale, in denen das Wissen der unterschiedlichen Bereiche koordiniert wird. Der über den Augen verortete Präfrontale Cortex ist für das höher entwickelte **Bewerten**, die „Moral“ zuständig und entwickelt sich in den Grundzügen besonders spät, bis zum Ende des dritten Lebensjahrzehnts, ehe auch er sich im Wesentlichen auf Myelinisierung beschränkt. Für uns Lehrer heißt das, dass wir abstraktes Denken und moralisches Beurteilen fördern müssen, wir uns aber im Klaren sind, dass neben dem normalen Reifungs- und Bildungsprozess auch die biologischen Grundlagen noch nicht fertig entwickelt sind: Wir dürfen Kinder und Jugendliche hier nicht überfordern.

Fünf Bemerkungen zum Schluss:

1. Das limbische System **bewertet** jede Situation, das heißt z.B. Thema/Aufgabe und Person/Lehrer, daraufhin, ob es sich lohnt, die Anforderung anzunehmen. Nur bei der Erwartung, dass es sich – auch emotional – „lohnt“, gibt es den Weg zur Mitarbeit frei, ist „motiviert“. Das führt zum nächsten Punkt:
2. Das Gehirn besitzt ein internes **Belohnungssystem**. Alles Gelingen, alle erfolgreich bewältigten neuronalen Verknüpfungen angesichts einer dem Individuum als wichtig bewerteten Aufgabe, wird vom Gehirn mit Ausschüttung von Neurotransmittern wie z.B. Dopamin „belohnt“, die bei uns zu Glücksgefühlen führen (Wirkung ist ähnlich der von Drogen). Nichts ist also motivierender als Erfolg! Besonders stark ist die Wirkung nach Bewältigung von Problemen. Das heißt für uns als Lehrer (und für die Eltern!): Keine Hürden unnötig aus dem Weg räumen, keinen „Event“-Unterricht mit inhaltsleeren Späßen machen, aber ihn so gestalten, dass Schüler auf ihren individuellen Wegen erfolgreich sein können.
3. Die emotionale Bewertung hat noch eine andere Folge. Stark emotional Belastendes (Streit, Film) kann die Weiterverarbeitung von im zeitlichen Zusammenhang Gelerntem massiv behindern. Vokabeln lernen und anschließend einen belastenden Film anzuschauen ist kontraproduktiv.
4. Das Gehirn funktioniert besser, wenn Myelin die Leitungsgeschwindigkeit erhöht. Das entsteht nur bei häufiger Benutzung der Verknüpfungen. Dies spricht für die alte Schulweisheit: **Üben** bringt's! Allerdings ist banales Wiederholen längst nicht so wirkungsvoll wie das Üben in immer wieder neuen Varianten. Der „Stoff“ wird so mehrfach abgelegt, in verschiedenen „Schubladen“ und ist so besser, vor allem kreativer und lebendiger nutzbar.
5. Das Verhalten von uns Lehrkräften und das anderer SuS kann als Modell erlernt werden über das „Mitfeuern“ so genannter Spiegelneuronen. Dies gilt besonders dann, wenn das Verhalten und das Modell eine gewisse Attraktivität besitzen. Dies machen Lehrkräfte sich vielfach zunutze, zum Teil sind sie sich ihres Modellverhaltens und der bei einigen SuS folgenden neuronalen symmetrischen Abbildung nicht bewusst.