

Frühe Förderung und lebensbegleitendes Lernen im Lichte neuropsychologischer Erkenntnisse

Dr. Willi Stadelmann
Direktor Pädagogische Hochschule Zentralschweiz
Zentralstrasse 18
6003 Luzern
Tel 041 227 30 00
Fax 041 227 30 01
info@phz.ch

**Alles Flexible und Fließende neigt zu Wachstum,
alles Erstarre und Blockierte verkümmert und stirbt.**
Lao Tse

**Man kann einen Menschen nicht lehren,
man kann ihm nur helfen, es in sich selbst zu tun.**
Galileo Galilei

Einleitung

Nach einer allgemeinen Betrachtung zum lebensbegleitenden Lernen werden Erkenntnisse aus der Neuropsychologie zum Thema Lernen vorgestellt, diskutiert und anhand von Beispielen (Sprachenlernen, Lernen eines Musikinstruments, Einfluss der sozialen Herkunft) illustriert. Hat frühe Förderung der Kinder einen Einfluss auf ihre Fähigkeit, ein Leben lang zu lernen? Bildet frühe Förderung gar eine Voraussetzung für lebensbegleitendes Lernen?

Durch die heutigen Informationsmedien werden Menschen innerhalb einer Woche mit mehr Informationen konfrontiert als viele unserer Grosseltern in ihrem ganzen Leben [Siebert, 1999]. Natürlich werden nicht alle Informationen, mit welchen wir konfrontiert werden, aufgenommen, verarbeitet, gespeichert und aktiv verwendbar. Wir erleben es jeden Tag: Die Informationsmenge wächst exponentiell; unser verfügbares Wissen hält damit nicht Schritt. Der allergrösste Teil der Information findet nicht Zugang zu unserem Bewusstsein. Es sei vorweggenommen, dass das Ziel der Gehirnaktivität in einer *Minimierung von Daten* besteht und nicht in der Erfassung einer möglichst grossen Datenmenge. Der Nutzen von Information liegt in der Auswahl, nicht in der Fülle. Wichtig für uns Menschen ist also nicht eine Zunahme von Information sondern die „richtige“ Auswahl.

Informationen sind lediglich die Rohmaterialien, aus denen bedeutungsvolles, praxisrelevantes Wissen und Handeln entstehen kann. Voraussetzung für die Verarbeitung von Information ist die Fähigkeit des Menschen, ein Leben lang lernen zu können, eben so, dass er nicht nur Fakten akkumuliert, sondern dass er Handlungsfähigkeit auf Grund von Wissen erhält, Ursachen und Zusammenhänge versteht und sich selbst und seine Umwelt reflektieren kann.

Typische Beispiele für die Veränderung unserer Lebens- und Arbeitszusammenhänge sind [Wild, 2002]:

- Veränderungen, die sich auf Grund der wirtschaftlichen und kulturellen Globalisierungsprozesse ergeben
- Veränderungen, die sich durch technische Entwicklungen ergeben
- Veränderungen, die aus den neuen Entwicklungen im Bereich der Kommunikations- und Informationstechnologie für unser berufliches und privates Leben resultieren
- Veränderungen, die sich durch eine zunehmend höhere Lebenserwartung für das Lernen im Alter ergeben.

Prinzipiell lässt sich eine analoge Liste auf jeden Bereich des Lebens ausdehnen. „Die Grundüberlegung bleibt aber die Gleiche. Lebenstüchtigkeit und Lebensqualität hängen in einer sich schnell verändernden Umwelt davon ab, ob man durch individuell umfangreiche und systematische Lernprozesse den jeweils wechselnden Anforderungen ausreichend gerecht werden kann.“ [ebd.]

Alle Autoren, die sich mit Veränderungen unserer Lebensbedingungen befassen, betonen, dass diese nur durch eine zunehmend rasche Veränderung der persönlichen Kompetenzen (vor allem im Bereich Lernen) zu bewältigen sind. Da wir nicht wissen, wie die Welt in 30 oder 50 Jahren aussehen wird,

welche Probleme dann anstehen werden, können wir auch nicht sagen oder gar vorauslernen, was wir in 30 oder 50 Jahren können sollen. Es kommt also heute nicht nur darauf an, Fakten zu lernen, sondern Kompetenzen und Lernstrategien aufzubauen. Das Lernen von Fakten muss immer auch im Dienste der Entwicklung von Kompetenzen, der Lernfähigkeit stehen. Wir sollten also nicht nur von der heutigen „Wissensgesellschaft“ sondern von der „Lerngesellschaft“ sprechen. Lernen steht im Zentrum der menschlichen Tätigkeiten. Je schneller sich der soziale, technische und wirtschaftliche Wandel vollzieht und je häufiger sich die Anforderungen in der Lebenswelt ändern, desto zwingender wird das lebenslange, das lebensbegleitende Lernen.

Selbstverständlich ist die Schule nicht der einzige Bereich, in dem die notwendigen Kompetenzen und Bereitschaften zum lebenslangen Lernen entwickelt und gefördert werden. Familie, Peer- Group und Massenmedien sind nachweislich ebenfalls wichtige Einflussgrößen; die Familie (bzw. die prägende soziale Umgebung des Kindes) ganz besonders. Trotzdem können wir davon ausgehen, dass die schulischen Lernerfahrungen und Lernergebnisse eine wichtige Ausgangsbasis für die späteren Lernprozesse ausmachen [Achtenhagen und Lempert, 2000]. Wichtig wird zunehmend die Entwicklung und Förderung von individuellen Lernkompetenzen wie:

- Eigenverantwortlichkeit für das eigene Lernen
- interessenbezogene und intrinsische Lernmotivation als Basis für langfristige freiwillige Lernbereitschaften
- Lernstrategien einschliesslich Strategien zum individuellen Wissensmanagement als Basis für eine erfolgreiche eigenständige Beschäftigung mit neuen Wissensgebieten
- routinierter Umgang mit modernen Informations- und Kommunikationstechnologien
- kooperatives Lernen und Arbeiten.

Im Zusammenhang mit diesen Betrachtungen stellt sich *die Frage nach der Leistungsfähigkeit des menschlichen Gehirns*. Ist das Gehirn in der Lage, ein ganzes Leben lang intensiv, erfolgreich und nachhaltig zu lernen? Ist der Mensch von seinen Fähigkeiten her überhaupt in der Lage, mit der aufgedrängten Informationsfülle und Lernmenge umzugehen? Was wissen wir aus der Hirnforschung zum Thema „Lebensbegleitendes Lernen“ bzw. „Lernen für ein langes Leben“? Hat frühe Förderung unserer Kinder eine Auswirkung auf ihre Fähigkeit, ein Leben lang lernen zu können (und zu wollen)?

Neuropsychologie – ein interdisziplinäres Forschungsgebiet

Die Neuropsychologie, ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, das Neurobiologie, Biochemie, Medizin, Neurochirurgie, Psychologie, Psychiatrie und weitere Gebiete einbezieht, beschäftigt sich intensiv auch mit dem Bereich „Lernen, Verstehen, Gedächtnis“. Dabei liefern Untersuchungen mit vielseitigen Verfahren immer präzisere Vorstellungen; vor allem bildgebende Verfahren („neuroimaging“) wie Kernspin- und Magnetresonanz- Tomographie, Positronen – Emissions- Tomographie usw. tragen viel zu neuen Erkenntnissen bei. Die Resultate neuropsychologischer Forschung beeinflussen immer mehr die Bildungswissenschaften. Was liegt näher, als diese Resultate mit denjenigen der bildungswissenschaftlichen Forschung zu vergleichen und zu versuchen, dadurch erweiterte Erkenntnisse für die Gestaltung von Lehr- und Lernprozessen zu gewinnen?

Eines sei vorweggenommen: *Die Erkenntnisse der Neuropsychologie sind nicht dergestalt, dass sie die gesamten bildungswissenschaftlichen Erkenntnisse quasi über den Haufen werfen und absolut Neues, Revolutionäres für den Unterricht bringen*. Sie leisten aber einen wichtigen Beitrag zum Verständnis von Lernprozessen und ermöglichen eine Unterstützung bereits bekannter pädagogischer Anliegen, insbesondere derjenigen des *Konstruktivismus*. [Stadelmann, 2003]

Vererbung und Lernen

Die *Lernmöglichkeiten* des Gehirns sind genetisch geprägt. Gelernt werden kann also nur das, was das Gehirn auf Grund langer Selektionsprozesse im Laufe der Entwicklung der Menschheit an Möglichkeiten mitbekommen hat. Die Grenzen der Lernmöglichkeiten werden durch das vererbte Potenzial gesetzt.

Wir fragen uns heute nicht mehr: Wie viel ist Anlage und wie viel ist Umwelt? „Sondern wir fragen heute: Was macht der Mensch mit seinen angeborenen Möglichkeiten? Wie nutzt er sie und wie findet er sich damit in seiner je einmaligen Umgebung zurecht?“ [Stadler Elmer, 2000]. Anlagen müssen „geweckt“, stimuliert, gefördert werden, sonst verkümmern sie und gelangen nicht zur Ausprägung. Das Erkennen, Stimulieren und Fördern von Anlagen gehört zu den wichtigsten Aufgaben von Eltern und Schule.

Wahrnehmung und Gehirn

Alles, was in unser Gehirn zur Verarbeitung gelangt, seien es Lichteindrücke über unsere Augen, taktile Eindrücke über unsere Tastorgane, Töne und Geräusche über unsere Ohren, Gerüche über die Nase, Geschmack über die Zunge, wird umgewandelt in elektrische Impulsmuster, in Signale, welche die betreffende Information kodieren. Ins Gehirn hinein kommen weder Bilder noch Wärme noch sonst „reale“ Gegebenheiten; alles Aufgenommene gelangt verschlüsselt, kodiert in unser Gehirn. Das Gehirn hat die Fähigkeit, die entsprechenden Signale in Bewusstsein umzuwandeln. Wir erleben die Welt nie so, wie sie „real“ existiert; wir erleben sie ausschliesslich im Rahmen der Qualität und der Möglichkeiten unserer Sinnesorgane und unseres Gehirns, Eindrücke zu kodieren bzw. Signale zu interpretieren. Im Gehirn werden also Repräsentationen der Aussenwelt gespeichert. Dazu gehören auch Handlungen, Zusammenhänge, Ziele, Sprache und Emotionen. „Sogar das, was wir räumlich sind, nämlich unser Körper, ist nochmals auch in unserem Gehirn repräsentiert: Wir spüren nicht nur am, sondern auch im Körper, befinden uns in Zuständen wie Anspannung, Ruhe, Ekel oder Wut (um nur einige Emotionen zu nennen) und haben Bedürfnisse wie Hunger oder Durst. All dies sind Repräsentationen von Zuständen unseres Körpers im Gehirn“. [Spitzer, 2002].

Die Erkenntnisse der Neuropsychologie machen verständlich, dass Wahrnehmung nur möglich ist mit Hilfe des Gedächtnisses, das die Fähigkeit hat, Neues mit Vergangenen zu vergleichen. Lernen ist auf ein Gedächtnis zum Vergleich angewiesen. Ohne Wahrnehmung und Lernen ist kein Gedächtnis möglich; sowohl Gedächtnis als auch Wahrnehmung sind mit Lernen verbunden. *Stets vergleicht unser Gehirn mit der bisherigen Erfahrung, mit bisherigem Wissen und bisherigen Eindrücken. Wahrnehmung beeinflusst künftige Wahrnehmung. „Das Gehirn organisiert sich auf der Basis seiner eigenen Geschichte“.* [Schmidt, 1991]

Das Gehirn hat also keinen direkten Zugang zur Aussenwelt, sondern nur indirekte Verknüpfungen über Sinnesreize, die nach Massgabe bereits bestehender Verknüpfungen im Gehirn wahrgenommen werden oder nicht. Lernen fördert die Wahrnehmungsfähigkeit und Interpretationsfähigkeit des Gehirns, weil neue Erfahrungen (neue Vernetzungen) wieder neue Möglichkeiten der Wahrnehmung und der Verarbeitung eröffnen. Die Wahrnehmungsfähigkeit des Menschen wird durch stetige aktive Wahrnehmung geschult, entwickelt und verfeinert. Wahrnehmung muss von Geburt an gelernt werden. Bewusstes Wahrnehmen ist Grundlage für Lernen.

Einige ausgewählte Beiträge der Neuropsychologie zum Thema „Lernen“

Wichtigste Erkenntnisse zum Thema Lernen werden im Folgenden in fünf Punkten zusammengefasst. Einige, die für die Themenbereiche „Frühe Förderung“ und „Lebensbegleitendes Lernen“ besonders wichtig sind, werden anschliessend noch vertieft betrachtet.

□ **Das Gehirn verändert sich beim Lernen physisch: Jeder Mensch hat seine eigene Lernbiografie.**

Lernen verändert unser Gehirn ein Leben lang; durch Lernprozesse findet eine lebenslange Hirnentwicklung statt. Informationsübertragungen werden durch Veränderungen an Synapsen verbessert oder durch neue Verknüpfungen gar neu geschaffen. Es finden Wachstumsprozesse im Gehirn statt; parallel dazu werden jedoch auch Verknüpfungen, die nicht mehr gebraucht werden, abgebaut. Lernen prägt die Struktur des Gehirns. Man spricht von **Plastizität des Gehirns**. Jeder Lernprozess schafft Grundlagen für neue, weiterführende Lernprozesse. Nicht nur Wissen wird gelernt, sondern es entstehen gleichzeitig neue Potenziale und „Strategiemöglichkeiten“ für weiterführendes Lernen. Jede neue „Bahnung“ und Verknüpfung im Gehirn dient im übertragenen Sinne als Sprungbrett für weitere Entwicklung. So ist Lernen ein individueller Prozess, gesteuert durch die Beeinflussung von aussen, die dazu führt, dass die Gehirne der Menschen sich in ihrer

Struktur unterscheiden, ähnlich, wie sich Fingerabdrücke unterscheiden. Durch Lernen entsteht zunehmend Individualität. Die Plastizität des Gehirns ist im frühen Kindesalter ausserordentlich ausgeprägt und deshalb durch frühe Förderung der Kinder intensiv stimulierbar.

- ***Vielseitige Tätigkeiten fördern die Hirnentwicklung, ein Leben lang. Die aktive Auseinandersetzung mit der Welt entwickelt unser Gehirn weiter.***
Eigenverantwortliche, selbstgesteuerte, bewusst gewollte, emotionsbegleitete Tätigkeiten, nicht passives, unbeteiligtes, emotionsloses Hinnehmen, führen bevorzugt zur physischen Veränderung des Gehirns und damit zum nachhaltigen Lernen.
- ***Das Gehirn ist das am stärksten vernetzte System, das wir kennen; kein anderes natürliches oder künstliches Netzwerk weist einen derartigen Vernetzungsgrad auf. Das Gehirn ist auf Vernetzung angewiesen und lebt von ihr.***
In unserem Gehirn befinden sich nach Schätzungen etwa 120 Milliarden Neuronen (Nervenzellen), die dreidimensional vernetzt sind. Ein Neuron kann dabei mehrere Tausend Kontakte mit anderen Neuronen haben. So entsteht ein sehr dichtes Netzwerk von Verbindungen und Kontakten, das eine Faserlänge von etwa 400 000 km erreicht (Schätzung). In beziehungsweise zwischen den Neuronen laufen elektrische und chemische Prozesse ab, welche das Aufnehmen, Interpretieren und Abgeben von Informationen ermöglichen. Die Stärke, die Leistungsfähigkeit, das Potenzial des Gehirns liegen insbesondere in der Fähigkeit, Informationen verknüpfend zu verarbeiten. Lernen bedeutet vernetzen, verbinden, einbauen in das bisherige Netzwerk, aufbauen auf dem bisherigen Netzwerk. Wir können davon ausgehen, dass Lernprozesse, welche die Vernetzung fördern und die Fähigkeiten des Gehirns zu vernetzen ausnützen, erfolgreicher sind. Deshalb sind Lehr- und Lernmethoden, die verschiedene Eingangskanäle der Wahrnehmung ansprechen, vielseitige Fähigkeiten, Fertigkeiten und Tätigkeiten anregen und so das Gehirn vielseitig beanspruchen, zu bevorzugen.
- ***Wissen wird nicht als Ganzes abgelegt.***
Wissen wird im Gehirn nicht als „Ganzes“, sozusagen in fest umrissenen Schubladen abgelegt. Wissen wird sehr verstreut im Gehirn gespeichert. Bevorzugt werden individuell besonders beeindruckende „Eckwerte“ des Wissens abgelegt und zwar je nach Qualität an verschiedenen Orten des Gehirns. Farbeindrücke an anderen Stellen als Eindrücke über Form oder Materialbeschaffenheit oder als Gerüche oder Töne. Beim Erinnern setzt das Gehirn das Gelernte aus den abgelegten „Eckwerten“ wieder neu zusammen. Reproduzieren heisst interpretieren. Alles was wir reproduzieren, wird im Lichte unserer Lernbiografie neu zusammengesetzt, also interpretiert. Somit sind Erinnerungen nicht identisch mit dem ursprünglichen „Lerngegenstand“. Wissen im Massstab 1:1 an Schülerinnen und Schüler zu übergeben, ist nicht möglich; immer sorgt jedes individuelle Gehirn für eine eigene Interpretation.
- ***Emotionen spielen bei Lernprozessen eine wichtige Rolle.***
Individuell als bedeutsam, wichtig, emotionell prägend empfundene Ereignisse werden schneller und besser gespeichert. Emotionen und Lernprozesse gehören eng zusammen; Emotionale Fähigkeiten sind Teil der Intelligenz. Auch Emotionen müssen gelernt werden. Emotionelle Tätigkeiten verändern das Gehirn im Rahmen der Plastizität. Frühe emotionelle Förderung der Kinder ist unabdingbar.

Plastizität (vertiefende Aussagen)

Neuronen übertragen Informationen auf andere Neuronen, auf Muskeln oder auf Drüsenzellen. Vom Zellkörper gehen etliche Fortsätze aus. Das von der Zelle wegführende Axon gibt Informationen an andere Neuronen weiter; es kann sich zwar verzweigen und eigene Fortsätze aussenden; jedoch entspringt jedem Zellkörper nur ein Axon. Stark verzweigte Fasern, Dendriten genannt, führen dem Neuron Information zu. Durch ihre starke Verzweigung und Verästelung bilden die Dendriten eine riesige Informations aufnehmende Oberfläche der Nervenzelle.

Betrachtet man Kontaktstellen zwischen Neuronen unter dem Elektronenmikroskop, stellt man fest, dass das Präsynaptische Neuron, von dem her Nervenimpulse übertragen werden sollen, und das Postsynaptische Neuron, das die Impulse übertragen erhalten soll, durch einen Spalt voneinander getrennt sind, der für Nervenimpulse (also für Informationen) unüberbrückbar ist. Diesen Spalt nennt

man Synapse oder Synaptischen Spalt. Grundsätzlich sind die Neuronen voneinander isoliert; das Gehirn ist also, um in der Elektriker- Sprache zu sprechen, nicht kurz geschlossen.

Soll Information in Form von elektrischen Signalen erfolgreich weitergegeben werden, sind recht komplizierte biochemische Prozesse nötig. Auf Seite der Präsynapse werden chemische Moleküle synthetisiert und in den Synaptischen Spalt abgegeben; wenn sie ihn überwinden und bei der Postsynapse mit ihrer räumlichen Molekülstruktur in Rezeptoren passen, wie ein Schlüssel in ein Schlüsselloch passt, dann kann die Information weitergegeben werden. Wir haben es also mit chemischen Botenstoffen zu tun, den Neurotransmittern. An der Informationsübertragung können pro Synapse mehrere Neurotransmitter beteiligt sein. Es gibt aktivierende und hemmende Neurotransmitter, die im Zusammenspiel für eine koordinierte Informationsübertragung sorgen. Es besteht eine Art „Ja-Nein-Prinzip“.

Eine erfolgreiche Übertragung von Information, ein erfolgreicher Aufbau eines Netzwerks im Gehirn erfordern also Kontaktstellen zwischen Neuronen (oder ihren Fortsätzen) und eine möglichst gute Funktion von Neurotransmittern. Das ganze System wird so gesteuert, dass bei Lern- und Denkprozessen diejenigen Teile des Gehirns, die für die spezifische Tätigkeit benötigt werden, optimal verbunden sind, die anderen Teile jedoch isoliert bleiben. Das Gehirn konzentriert sich also bei der Arbeit auf notwendige Bereiche, die aktiviert werden. Konzentration bedeutet also hier Ausblendung von Information und von Netzwerkteilen, die für die Tätigkeit nicht nötig sind oder gar störend sein könnten. Wie diese Steuerung ermöglicht wird, ist noch weitgehend unbekannt.

Die Synapsen bilden die Orte der eigentlichen Informationsübertragung. Hier an den Synapsen ist eine Schlüsselstelle für Lernen und Denken, denn hier wird gezielte Verknüpfung und Informationsübertragung gewährleistet.

Beim Lernen lassen sich in der Tat Veränderungen an den Synapsen feststellen. Durch Tätigkeiten werden neue Kontakte zu Neuronen geschaffen; damit wird das Netzwerk erweitert. Bestehende Synapsen-Kontakte werden verbessert durch Verdickung der Kontakt-Oberfläche und durch Vermehrung der synaptischen Verbindungen. Dies alles mit dem Ziel, das neuronale Netzwerk zu verbessern und die Informationsübertragung zu optimieren. Parallel dazu werden aber auch Verbindungen abgebaut, falls die entsprechenden Tätigkeiten nicht mehr ablaufen; wir sprechen dann von „vergessen“. Eigentlich bedeutet „vergessen“, dass kein Zugang zum gespeicherten Wissen mehr besteht.

Lernen bedeutet lebenslange Umorganisation des Gehirns. Darum sprechen wir in den Neurowissenschaften von der *Plastizität* des Gehirns.

Das Gehirn reagiert auf Stimulierung durch Aktivitäten zuerst mit der Bildung eines recht aufwändigen Netzwerks. Mit zunehmender Übung konsolidieren sich die Verknüpfungen und die Netzwerke werden kleiner, indem sie sich sparsamer verschalten. Die Netzwerke werden also optimiert, nicht zuletzt auch im Sinne des geringeren Verbrauchs von Energie. Das Gehirn ist nämlich extrem energieaufwändig (es verbraucht ca. 20% aller dem Körper zugeführten Energie) und ist darauf angewiesen, auch energetisch optimal zu arbeiten. Die Konsolidierung der Verknüpfungen erleben wir subjektiv daran, dass wir eine Aufgabe, einen Bewegungsablauf (Automatismen) glatter und mit weniger Aufwand lösen bzw. beherrschen können. Ungeübte und weniger intelligente Menschen beanspruchen beim Lösen komplizierter Probleme ihr Gehirn also mehr als Geübte und Intelligenterer. Oder anders gesagt: Intelligenterer nutzen ihre zerebralen Ressourcen besser.

Die plastischen Prozesse laufen ein Leben lang, im Alter allerdings mit mehr Aufwand verbunden. Lernen bedeutet lebenslang Aufbau von Netzwerkteilen und Verbesserung der Informationsübertragung einerseits und Abbau von Netzwerkverbindungen (dies bezeichnen wir als „vergessen“) andererseits. Das Gehirn verformt sich in seiner Mikrostruktur unter dem Einfluss der „Umwelt“. Das Gehirn verändert sich in Abhängigkeit von seinem „Gebrauch“.

Die persönliche Lernbiografie jedes Menschen widerspiegelt sich in der Mikrostruktur des Gehirns. Lernen verändert den Menschen.

Im frühen Kindesalter ist die Plastizität des Gehirns sehr ausgeprägt. Es sind gerade Erfahrungen der frühen Kindheit, die prägend wirken auf künftige Erfahrungen. *Die frühe Förderung von Kindern hat damit Einfluss auf ihre Fähigkeit, ein Leben lang zu lernen.* Dies sei weiter unten an den Beispielen Sprachenlernen, am Lernen von Musikinstrumenten und am Einfluss der sozialen Herkunft illustriert.

Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Verhalten werden aktiv erworben

Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Verhalten werden in der aktiven Auseinandersetzung mit der Umwelt und der inneren Welt erworben. Das „Selbst Tun“ wirkt intensiv auf die lebenslange Hirnentwicklung. „Das erkennende Wesen verfügt nur dann über Wissen, wenn es dieses über eigene Operationen im kognitiven Apparat selbst hergestellt hat. Wissen als Resultat eines Erkenntnisprozesses ist demnach nicht ein Abbilden im Sinne eines Entdeckens der äusseren Wirklichkeit, sondern eher ein Erfinden von Wirklichkeit“. [v. Glasersfeld, 1997, S. 7]. Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, Verhalten werden also nicht passiv erworben sondern aktiv konstruiert.

Zum „Selbst Tun“ gehören auch verinnerlichte Aktivitäten, Aktivitäten, die in unserer Vorstellung ablaufen, die wir innerlich nachvollziehen. Aktivität heisst also nicht ausschliesslich „selbst motorisch tun.“ *„Im Tun aneignen“ trägt das äussere und verinnerlichte Tun in sich.*

Im frühen Kindesalter ist die Plastizität des Gehirns sehr ausgeprägt. Es sind gerade Erfahrungen der frühen Kindheit, die prägend wirken für künftige Erfahrungen. Die frühe Förderung hat damit Einfluss auf die Fähigkeit, ein Leben lang zu lernen.

Lernstrategien

Alles, was wir neu wahrnehmen, erleben, wird zuerst mit der Erfahrung verglichen, die wir bereits haben. Das Gehirn ist primär ein konservatives Organ; es bezieht sich immer auf das, was bereits da ist. Neues wird aufgrund des momentanen Netzwerks des Gehirns erfahren, aufgenommen und interpretiert. Dies ist der Grund, warum Menschen am liebsten und am besten „Neues“ aufnehmen, das in die bisherige individuelle Erfahrung am besten hineinpasst. „Der Mensch bleibt mit geradezu blöder Beharrlichkeit der, der er immer schon war: unbelehrbar, an seine Gewohnheiten gekettet, auf die Bahnen festgelegt, auf die ihn die Evolution und die eigene Geschichte gesetzt haben.“ [von Hentig, 1996]. Es ist für das Gehirn schwierig, neue Erfahrungen, die nicht in bisherige eingeordnet werden können, aufzunehmen. Redundanz ist für das Lernen von Neuem ausserordentlich wichtig. Das Ergebnis einer neuen Erfahrung wird der bisherigen Erfahrung zugefügt, im Gehirn durch Bildung neuer Vernetzungen und Einbau in die bisherige Vernetzungsstruktur. Mit Hilfe der neuen Vernetzungsstruktur können dann weitere Erfahrungen gemacht werden, die mit der bisherigen nicht zugänglich gewesen wären. Jeder erfolgreiche Lernprozess eröffnet neue Lernmöglichkeiten. Lernen führt also nicht nur zur Akkumulation von Wissen sondern zur Bildung von Lernpotenzialen, von Lernstrategien, die weiteres Lernen ermöglichen. Dank der hohen Plastizität des Gehirns in früher Kindheit werden durch frühe Förderung in den Gehirnen der Kinder Lernpotenziale aufgebaut, die einen entscheidenden Beitrag zum lebensbegleitenden Lernen leisten.

Begabung

Im Lichte neuropsychologischer Erkenntnisse lässt sich der schillernde Begriff „Begabung“ wie folgt umschreiben:

Begabung hat zwei Komponenten

- einerseits das Potenzial, die Kompetenz eines Menschen, bestimmte Leistungen zu erbringen. Dies entspricht zu jedem Zeitpunkt dem Entwicklungsstand, der spezifischen Vernetzung und Funktionsfähigkeit seines Gehirns
- andererseits die Wechselwirkung seines Potenzials, seiner Kompetenz mit der Umwelt, mit der sozialen Umgebung (= lernen). Dadurch wird das Potenzial laufend verändert.

Dies bedeutet, dass Begabung ein *dynamischer Begriff* ist. Die Kompetenz eines Menschen wird durch die Wechselwirkung mit der sozialen Umgebung stets verändert (Plastizität des Gehirns). Begabung ist keine Konstante, sondern sie entwickelt sich während des ganzen Lebens.

Das Lernen von Sprachen

Es ist seit langem bekannt, dass Sprachen als wichtiger Schlüssel zum allgemeinen Verstehen und Lernen, zur Kommunikation, zur allgemeinen Intelligenz, zur Identität des Menschen dienen. Darum kommt dem Lernen von Sprachen auch im Hinblick auf lebensbegleitendes Lernen hohe Bedeutung zu.

Wir führen in der Schweiz Diskussionen über den frühen Beginn des Unterrichts in der Einstiegs-Fremdsprache (z.B. im dritten Schuljahr). Von der Neuropsychologie her ist der frühe Fremdsprachenunterricht sehr zu befürworten, nicht zuletzt aufgrund der eben vorgestellten Erkenntnisse der Neuropsychologie. *Die ausgeprägte Plastizität des Gehirns kleiner Kinder erlaubt ein sehr effizientes Lernen von Sprachen in der Kindheit. Frühes Sprachenlernen schafft zusätzlich zur entsprechenden*

Sprachkompetenz Lernstrategien für das Lernen weiterer Sprachen. Wir können also davon ausgehen, dass durch das frühe Lernen einer Fremdsprache ein Lernpotenzial geschaffen wird, welches das Lernen weiterer Sprachen begünstigt. Wir können durch das frühe Sprachenlernen mit einer allgemein verbesserten Sprachen- Lernfähigkeit der Kinder und der künftigen Erwachsenen rechnen. *Das frühe Lernen der Einstiegsfremdsprache fördert das folgende Fremdsprachenlernen ganz allgemein.*

Schon vor der Geburt ist das menschliche Gehirn offensichtlich darauf vorbereitet, Sprachen zu verarbeiten, die in der Umgebung gesprochen werden und in welchen aktiv kommuniziert wird. *Potenziell ist jedes Kind mehrsprachig; es kann Informationen in verschiedenen Sprachen aufnehmen, auseinander halten und verarbeiten.* Dieses Sprachpotenzial muss aber gefördert werden; es verringert sich immer mehr, wenn die Umgebung einsprachig ist und bleibt. Es ist deshalb wichtig, dass Kinder schon früh mit Fremdsprachen in Kontakt kommen. Wichtig eben auch für die Schaffung von Lernpotenzialen, die es für das lebensbegleitende Lernen unbedingt braucht. *Frühes Fremdsprachenlernen hat also einen „Trainingseffekt“ für das lebenslange Lernen.* Neuere Erkenntnisse der Neuropsychologie bestätigen, dass frühes Lernen mehrerer Sprachen die Hirnentwicklung spezifisch beeinflusst. Bei früher Zweisprachigkeit wird durch beide Sprachen ein identisches Hirngebiet im Broca-Zentrum aktiviert, vernetzt und entwickelt. Dieses Gebiet ist offensichtlich auch beteiligt am Einbau später zu lernender Sprachen und erleichtert damit das weitere Sprachenlernen synergetisch. Dagegen sind bei Kindern, die später (kurz vor oder gar nach der Pubertät) eine Zweit- und Drittsprache lernen, je Sprache unterschiedliche, benachbarte Areale im Gehirn aktiv. Diese Kinder müssen also weitere Hirngebiete erschliessen, um die neuen Sprachen zu lernen und zu entwickeln. Das deutet darauf hin, dass spätes Sprachenlernen höheren Aufwand erfordert. [Nitsch, 2001]

Lebenslange Sprachlern-Strategien und –Kompetenzen werden also in der Kindheit angelegt.

Musik und Instrumentalspiel

Als recht gut untersuchtes und dokumentiertes Beispiel soll anhand des Instrumentalspiels die Plastizität des Gehirns belegt werden. Sicher führen auch andere Tätigkeiten, wie Gestalten oder Sport (Schulung der Motorik und Feinmotorik) zu analogen Effekten.

Neuere Untersuchungen bestätigen, dass Musik ein hohes Potenzial für die Hirnentwicklung aufweist. [Überblick in: Jourdain, 2001]. Instrumentalunterricht (untersucht ist speziell das Lernen von Tasteninstrumenten), wenn er früh einsetzt (vor dem achten Altersjahr), hat intensiven Einfluss auf die Mikrostruktur des Gehirns. So belegen die Studien, dass die Gehirne professioneller Musikerinnen und Musiker sich signifikant unterscheiden von denjenigen musikalischen Laien. Im Lichte der Erkenntnisse über die Plastizität des Gehirns erstaunt diese Tatsache nicht. Das Spielen eines Stücks vom Blatt ist für das Gehirn ein hochaktiver, komplexer Vorgang. Das Umwandeln des abstrakten Notenbilds letztlich in Feinmotorik der Hände erfordert komplexe und koordinierte Tätigkeiten des Gehirns. Dies unter der anspruchsvollen Bedingung der Ungleichzeitigkeit, muss doch die Instrumentalistin mit den Augen immer einen oder ein paar Takte voraus schauen, wenn sie spielt, und das Ohr „hört nach“, was die Kontrolle über das Gespielte ermöglicht. Diese vielseitigen Tätigkeiten regen das Gehirn intensiv an und fördern Entwicklungsprozesse im Rahmen der Plastizität. *Instrumental- Unterricht fördert die Gehirnentwicklung so, dass die dadurch entstehenden Vernetzungen auch Potenziale bilden auch für andere Tätigkeiten.*

Die verschiedenen Studien der letzten Jahre geben Hinweise darauf, dass früher Musikunterricht (Instrumentalunterricht) unter anderem folgendes bewirken kann:

- eine Verbesserung der sozialen Kompetenz
- eine Steigerung der Lern- und Leistungsmotivation
- einen Intelligenz- Zugewinn
- eine Kompensation von Konzentrationsschwächen
- eine Förderung musikalischer Leistung und Kreativität
- eine Verbesserung der emotionalen Befindlichkeit
- eine Reduzierung von Angsterleben
- überdurchschnittlich gute schulische Leistungen trotz zeitlicher Mehrbelastungen durch den Musikunterricht.

Vgl. auch [Bastian, 2000]

Ein Teil dieser Erkenntnisse ist noch umstritten und muss durch weitere Forschungsergebnisse untermauert werden.

Die heutigen Forschungsergebnisse geben Hinweise darauf, dass Musikunterricht, vor allem, wenn er früh einsetzt, viel zur Entwicklung von Lernpotenzialen, die zum lebenslangen Lernen führen können, beiträgt. Die Bildungspolitik muss diesen Tatsachen Rechnung tragen: Musikunterricht (Instrumentalunterricht) hat einen wichtigen Platz im Lehrplan der Schulen, beginnend in Kindergarten- Unterstufe. Übrigens: Folgen auf die Hirnentwicklung durch Instrumentalunterricht sind auch bei Erwachsenen nachweisbar; es lohnt sich also auch später noch, ein Instrument zu lernen; die Folgen auf die Hirnentwicklung sind dann allerdings nicht mehr so tief greifend wie bei den Kindern.

Auch das Beispiel Instrumentalunterricht belegt also die Wichtigkeit der frühen Förderung für das lebenslange Lernen.

Was heisst Wissen „vermitteln“?

Die Vorstellung, wir könnten als Lehrpersonen unseren Schülerinnen und Schülern Wissen vermitteln, also direkt übergeben, wie man ein Paket übergeben kann, muss revidiert werden. Bedeutung und Wissen können grundsätzlich nicht übertragen werden. *Die Bedeutung dessen, was ich „vermittele“, wird ausschliesslich im Gehirn des Empfängers erzeugt.* Ich kann zwar erzwingen, dass meine Schülerinnen und Schüler mich physisch hören, aber ich habe keine Macht über die Bedeutungen, die ihr Gehirn meinen Lautäusserungen zuordnet. Kommunikation bedeutet deshalb wechselseitige Konstruktion von Bedeutung zwischen zwei oder mehr Partnern.

Die zentrale (konstruktivistische) Aussage lautet, „dass unser Wissen, unsere Erkenntnisse und die Wirklichkeit, die wir erleben und in der wir leben, unsere subjektiven Konstruktionen sind“. [Diesbergen, 1998].

Wissen muss in jedem Gehirn jedes Schülers und jeder Schülerin neu geschaffen werden. Ich kann als Lehrperson fördernd wirken, indem ich durch meinen Unterricht Möglichkeiten eröffne, dass in den Gehirnen der Schülerinnen und Schüler Prozesse so ablaufen, dass sie Wissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten nach meiner Anleitung neu schaffen können. Es gibt keinen direkten Übertrag des Wissens von Person zu Person. *Über das Lehren ist also kein direkter Durchgriff auf das (individuelle!) Lernen möglich.* Die Aufgabe für Lehrpersonen ist: Wie kann ich meinen Schülerinnen und Schülern helfen, „es in sich selbst zu tun“?

Computer-Einsatz zur Förderung des Lernens?

Ich möchte vorweg nehmen, dass ich den Gebrauch von Computern als Hilfsmittel in der Schule als sehr wichtig erachte. Wir können Kinder nicht an dieser neuen Kulturtechnik vorbei schulen; Computer gehören zur Welt der Kinder und Erwachsenen und beeinflussen unser Leben immer mehr. Trotzdem seien einige konstruktiv- kritische Anmerkungen erlaubt: Computer und Internet gelten heute als *der* Zugang zum Wissen. Dies ist sicher richtig; doch zu welchem Wissen? Es braucht viel Übung und Erfahrung, um das Internet zu nutzen, um zum Beispiel heraus zu filtern, was aus der Fülle der Informationen wirklich verwendbar, zuverlässig, gesichert ist. Schliesslich kann ja jedermann alles ins Internet geben. *Das Internet gaukelt vielen Schülerinnen und Schülern vor, mit dem Abrufen von Information sei auch schon gelernt.* Computer und Internet spiegeln vor, dass man sehr schnell und ohne Anstrengung zu Erkenntnissen kommen kann. Dies führt zur Idee bei vielen Schülerinnen und Schülern, man müsse nichts mehr mit eigener Aktivität und Anstrengung erarbeiten, nachvollziehen.

Der Computer nimmt die persönliche Auseinandersetzung mit Lerngebieten nicht ab; auch der Computer kann Wissen nicht „vermitteln“. Auch hier müssen aktive Prozesse im Gehirn der Kinder ablaufen, damit Lerneffekte entstehen. *Hartmut von Hentig hat dies 2001 an einem Vortrag etwa wie folgt formuliert: „Computer drohen zu schlechten Schulbüchern zu werden, bei denen nicht mehr die Phänomene der Ausgangspunkt des Fragens und Rätsels sind. Vielmehr werden den Schülern Fragen ins Maul geschmiert und die Antworten gleich hinterher geschoben.“* (Zitiert nach Vortragsnotizen des Autors). Lehrpersonen müssen den Einsatz von Computern gut planen, damit sie wirklich als Hilfsmittel für das Lernen wirken. Hier ist übrigens noch viel Arbeit im didaktischen Bereich zu leisten.

Der Einsatz von „e-Learning“ darf die Primärerfahrungen der Schülerinnen und Schüler nicht schmälern. Es wäre aus uns nun einsichtigen Gründen fatal, wenn Schülerinnen und Schüler Lernen fast ausschliesslich über den Bildschirm, über eine Metaebene, erfahren müssten. *Der direkte Kontakt zu den Phänomenen ist unabdingbar.* Ich plädiere deshalb dafür, dass Lehrpersonen als eine Art Kontrast-Verhalten zum „e-Learning“ Primärerfahrungen und soziale Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler besonders fördern, und zwar von früher Kindheit an.

Emotionalität und Lernen

Einige Hirnteile sind ganz besonders steuernd an Lern- und Gedächtnisprozessen beteiligt: Hippocampus und Amygdala im medialen Temporallappen, basales Vorderhirn und präfrontaler Cortex sowie Gebiete des Hirnstamms. Grob umrissen ist dies das Gebiet des *limbischen Systems*. Hippocampus und Amygdala sind u.a. mitverantwortlich für die Auswahl und die Bewertung der eintreffenden Erregungsmuster und für ihre Speicherung in anderen Teilen des Gehirns. Diese Hirnregion wirkt also als eine Art Schalt-, Auswahl- und Bewertungsstelle für eintreffende Informationen. Der Hippocampus sorgt offenbar für kurzzeitige Speicherung der Information, für die Auswertung und für den Vergleich mit bereits vorhandener Information (Bewertung). Er sendet die ausgewählte Information anschließend in verschiedene Teile des temporalen Cortex, wo sie dann gespeichert wird. Die Amygdala trägt ganz besonders zu einer emotionalen Bewertung von Informationen bei; sie enthält recht hohe Konzentrationen an Endorphinen und Enkephalinen (hirneigene, opiumartige Stoffe), die auf die Stimmungslage auswirken. Das limbische System ist für emotionales Erleben und für das Gedächtnis wichtig. Es wirkt als Filter, als Flaschenhals, den Informationen passieren müssen, sollen sie im Gehirn weiter verarbeitet und gespeichert werden. *Das limbische System ist damit die Instanz, die als relevant und wichtig empfundene Inhalte aussortiert und mit Emotionen versieht.* Emotionell gefärbte Inhalte passieren den Filter bevorzugt und werden der Verarbeitung im Gehirn bevorzugt zugeführt. Emotionen sind deshalb für Lernprozesse, für die persönliche Identifikation mit dem zu Lernenden von grosser Wichtigkeit. *Starke Erlebnisse werden vom Gehirn anders behandelt als persönlich belanglosere; sie werden fester und tiefer gespeichert.* Die Erinnerungsfähigkeit ist stark vom emotionalen Gehalt des „Lerngegenstandes“ abhängig, von der persönlichen Betroffenheit, von der Stimmungslage, vom persönlichen Interesse, vom eigenen Engagement während des Lernens. [Stadelmann, 1999]. Auch hier gilt: Was für den einzelnen Schüler oder die einzelne Schülerin Emotionen, Aufmerksamkeit, Betroffenheit, Interesse auslöst, was zum Erlebnis wird, bestimmt nicht primär die Lehrperson, sondern jedes einzelne Gehirn der Lernenden.

Emotionen müssen gelernt, entwickelt, gefördert werden; auch das Lernen von Emotionen widerspiegelt sich in der Vernetzung des Gehirns. Auch hier werden von der Kindheit an Potenziale entwickelt, die sich auf emotionelles Verhalten und emotionelles Lernen ein Leben lang auswirken.

Soziale Herkunft, Leistungsfähigkeit und Bildungschancen

In der Folge von PISA wurden ergänzende Tests und Auswertungen zur Frage der Herkunft der Kinder und ihrer schulischen Leistungsfähigkeit durchgeführt. Die Resultate bestätigen frühere Untersuchungen und sind von den Erkenntnissen der Neuropsychologie her gesehen verständlich und stimmen mit ihnen überein. Der Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft der Kinder und ihrer schulischen Leistungsfähigkeit ist frappant. [Ramseier und Brühwiler, 2003]. Sämtliche Analysen der PISA-Daten betonen die grosse Bedeutung der sozialen Herkunft bzw. der Bildungsnähe des Elternhauses für fachliche Leistungen der Kinder. Die Analyse von Ramseier und Brühwiler belegt, dass der Schichteffekt auch bei statistischer Kontrolle der kognitiven Grundfähigkeiten und der kulturellen Herkunft als eigenständiger Effekt nachzuweisen ist. Moser hat in einer früheren Arbeit unter dem Titel „Der Mythos der Chancengleichheit“ bereits daraufhin gewiesen, dass in Schulen mit hohen durchschnittlichen Leistungen vermehrt Kinder unterrichtet werden, „deren Eltern über einen hohen Bildungsabschluss verfügen. Die Idee der vergleichbaren Qualität der in der Volksschule vermittelten Bildung erweist sich als Mythos.“ Und: „Ohne Zweifel beeinflussen die individuellen Lernvoraussetzungen und die Lebensumstände das Ergebnis des Lehr-Lern-Prozesses weit mehr, als dass die Defizite einzig über pädagogische Massnahmen und didaktisch perfekt organisierten Unterricht kompensiert werden können.“ [Moser, 2001] Er plädiert dafür, dass Bildungspolitik durch Sozialpolitik ergänzt werden muss.

Offenbar besteht auch ein Zusammenhang zwischen familiären (unter „Familie“ werden dabei auch die prägenden Bezugspersonen der Kinder verstanden) Einflüssen auf kleine Kinder und ihrer Gewaltbereitschaft im späteren Leben. So sind folgende gewaltfördernde familiäre Einflüsse auf Kinder bekannt:

- Konflikthäufigkeit zwischen den Eltern (bzw. Bezugspersonen)
- Uneinigkeit der Eltern / Bezugspersonen bezüglich Erziehung (keine klare Linie)
- wenig Kontrolle und viel Inkonsistenz bei Disziplinierungen der Kinder
- wenig emotionelle Nähe und wenig Unterstützung.

Je schlechter Kinder das „Familienklima“ erleben, desto eher akzeptieren sie in ihrem Leben Gewalt als Mittel. Je häufiger Kinder vor dem zwölften Altersjahr „elterliche“ Gewalt erlebten, desto häufiger ist Gewalt für sie ein legitimes Mittel der Selbstdurchsetzung [Usculan et al., 2003]

Dies deckt sich mit Erfahrungen, dass Kinder folgende Bedürfnisse an ein gutes Aufwachsen haben:

- Liebe, Geborgenheit, Sicherheit
- neue Erfahrungen
- Lob, Anerkennung, Zugehörigkeit
- Verantwortung und Selbständigkeit.

Das „Familienklima“ prägt also im Rahmen der starken Plastizität ihres Gehirns das Verhalten der Kinder nachhaltig. Kinder eignen sich Wissen, Verhalten, Strategien und Potenziale an, lange bevor sie in Bildungsinstitutionen eintreten, und zwar in der Qualität ihrer Umgebung („Familie“).

Gerade für Kinder aus „bildungsfernem Milieu“ wäre eine frühe Förderung, eine frühere Einschulung verbunden mit einer Verbesserung ihrer Bildungschancen.

Fazit

- Frühe Förderung der Kinder entspricht der hohen Plastizität ihrer Gehirne und damit ihrer hohen und nachhaltigen Lernfähigkeit
- Frühe Förderung der Kinder steht im Zentrum auch im Hinblick auf lebensbegleitendes (lebenslanges) Lernen. Durch frühe Förderung wird die Fähigkeit zum lebenslangen Lernen erst richtig ermöglicht und optimiert; die Erarbeitung von Lernstrategien in der Kindheit schafft Potenziale für das lebensbegleitende Lernen
- Bildungspolitik muss intensiv mit Sozial- und Familienpolitik verbunden werden. Nur im Zusammenspiel zwischen „Familie“ und Bildungsinstitutionen ist die frühe Förderung unserer Kinder möglich.
- Kinder müssen in Bildungsinstitutionen früh möglichst individuell, in Berücksichtigung ihrer individuellen Lernbiografie gefördert werden
- Bei der frühen Förderung stehen vor allem folgende Gebiete im Vordergrund:
 - Sprachen
 - Musik / Instrumentalunterricht
 - Gestalten
 - Sport/ Bewegung (Schulung von Motorik und Feinmotorik)
 - Soziales Verhalten / Emotionalität

Literatur:

- Achtenhagen, F. / Lempert, W. (Hrsg.):* „Lebenslanges Lernen im Beruf. Seine Grundlegung im Kindes- und Jugendalter“. Band 1: „Das Forschungs- und Reformprogramm. Opladen: Leske und Budrich, 2000, S. 11- 18.
- Bastian, H.G.:* „Musik(erziehung) und ihre Wirkung. Eine Langzeitstudie an Berliner Grundschulen“. Schott, Mainz, 2000.
- Diesbergen, C.:* „Radikal- konstruktivistische Pädagogik als problematische Konstruktion. Eine Studie zum radikalen Konstruktivismus und seiner Anwendung in der Pädagogik.“ Lang, Bern, Berlin, Frankfurt am Main, Paris, Wien, 1998, S. 192.
- Glaserfeld von, E.:* „Wege des Wissens: konstruktivistische Erkundungen durch unser Denken“. Heidelberg 1997. S. 7.
- von Hentig, H.:* „Bildung“. Carl Hanser, München Wien, 1996, S. 16
- Jourdain, R.:* „Das wohltemperierte Gehirn. Wie Musik im Kopf entsteht und wirkt“. Spektrum- Verlag, Heidelberg, Berlin, 2001.
- Moser, U.:* „Potenzial Primarschule“, Avenir Suisse, Zürich, 2001, S. 46 – 52.
- Nitsch, C.:* „Bilder der Sprache“. UNI NOVA, Universität Basel, November 2001, S. 20 / 21.
- Ramseier, E.; Brühwiler, C.:* „Herkunft, Leistung und Bildungschancen im gegliederten Bildungssystem: Vertiefte PISA- Analyse unter Einbezug der kognitiven Grundfähigkeiten“. Schweizerische Zeitschrift für Bildungswissenschaften, 25. Jahrgang, Nr. 1, 2003, S. 23 – 56.
- Schmidt, S. J. (Hrsg.)* „Gedächtnis. Probleme und Perspektiven der interdisziplinären Gedächtnisforschung“. Suhrkamp Wissenschaft, Frankfurt am Main, 1991, S. 14.
- Siebert, H.:* „Lebenslanges Lernen in der Wissensgesellschaft“, Vortragstext, www.uni-ulm.de/LiLL/presentationen/Vorträge/lebenslangeslernen.html, 27.4.99
- Spitzer, M.:* „Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens“. Spektrum- Verlag Heidelberg, Berlin 2002, S. 13.
- Stadelmann, W.:* „Neuropsychologie: Emotionen als Schlüssel zum Lernen.“ Schweizer Schule 11/99, 1999, S. 12 – 20.
- Stadelmann, W.:* „Wagenscheins Genetisches Prinzip im Lichte neuropsychologischer Erkenntnisse über das Lernen und Verstehen“, in press (Wagenschein- Gesellschaft), 2003.
- Stadler Elmer, S.:* „Spiel und Nachahmung. Über die Entwicklung der elementaren musikalischen Aktivitäten“. Wege; Musikpädagogische Schriftenreihe Band 12, Aarau, 2000, S. 38.
- Usculan, H.-H et al.:* „Jugendgewalt und familiale Desintegration“. Psychologie in Erziehung und Unterricht, 50, 2003, S. 281 – 293.
- Wild, K.- P.:* „Lebenslanges Lernen“. *Journal für die LehrerInnenbildung* 3 (1), 2002, S.49 -53.