

Neurodidaktik – Brücke zwischen Hirnforschung und Didaktik

G. Preiß (Januar 2006)

Die Fortschritte der Hirnforschung in den letzten Jahren wirken sich auf alle Disziplinen aus, die sich auf den Menschen beziehen. Kann die Hirnforschung auch einen Beitrag leisten, wenn es darum geht, die von der Pisa-Studie aufgedeckten Mängel im deutschen Bildungssystem zu analysieren und das System effektiver zu gestalten? Dies sollte möglich sein, denn schließlich spielt sich Lernen im Kopf ab.

Neurodidaktik als neue Disziplin

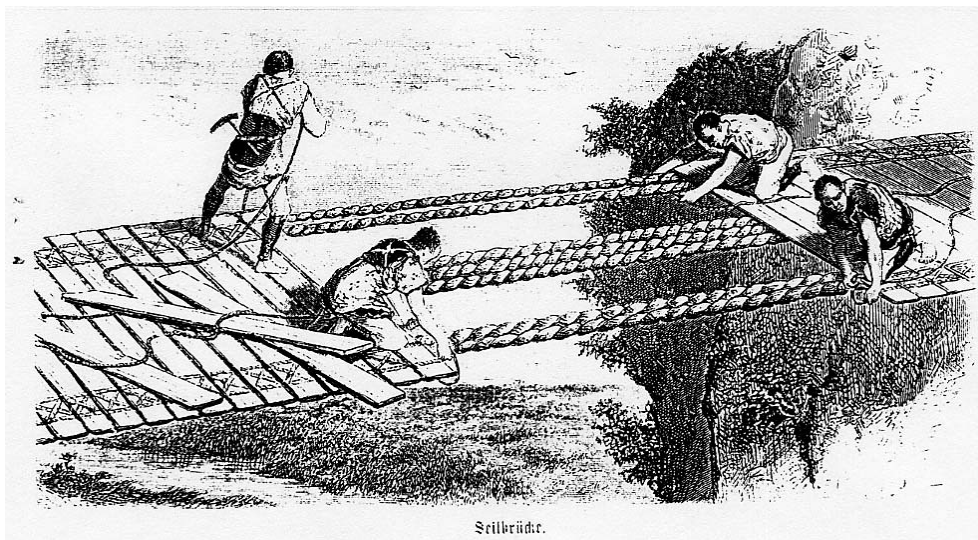
Der Verfasser dieses Beitrags (Gerhard Preiß) beschäftigt sich seit 1984 mit den neurobiologischen Grundlagen des Lernens und hat 1988 den Begriff ‚Neurodidaktik‘ vorgeschlagen, um die Bedeutung der Hirnforschung für die Didaktik plakativ auszudrücken.

Die Neurodidaktik schlägt eine Brücke zwischen Hirnforschung und Didaktik. Ihre Aufgabe besteht darin, neurobiologische Erkenntnisse aufzuarbeiten, mit dem Ziel, den Prozess von Erziehung und Bildung besser zu verstehen.

Erkenntnisse der Hirnforschung dürfen nur mit Vorbehalt auf menschliche Erziehung und Bildung angewandt werden, da sie zu einem großen Teil aus Untersuchungen an Tieren gewonnen werden. Trotz weitreichender Übereinstimmungen in der Struktur und Funktion des Gehirns gibt es grundsätzliche Unterschiede, die erst die höheren Fähigkeiten des Menschen wie Wahrnehmung, Aufmerksamkeit, Emotion, Sprache, Denken, Bewusstsein und Lernen ermöglichen.

Ergebnisse der Hirnforschung und Lehren für die Didaktik

Die folgenden acht Abschnitte sind jeweils zweigeteilt: in ‚Ergebnisse der Hirnforschung‘ und in ‚Lehren für die Didaktik‘. Die ‚Lehren für die Didaktik‘ sind nicht so zu verstehen, als handle es sich um strenge Folgerungen allein aus den zuvor geschilderten neurobiologischen Sachverhalten. Sie gehören in den Zusammenhang der gesamten Ausführungen und stehen überdies in der Tradition bewährter Prinzipien und Methoden der Didaktik.



Seilbrücke. Der Bau einer Brücke zwischen Hirnforschung und Didaktik kann nur durch interdisziplinäre Zusammenarbeit gelingen.

1. Das Neuron

Neuronen (Nervenzellen) sind die Grundeinheiten des Gehirns. Ihre Aufgabe besteht in der Aufnahme, Verarbeitung und Weiterleitung von Information.

1.1 Ergebnisse der Hirnforschung

Ein Neuron besteht aus dem Zellkörper und aus Zellfortsätzen: den zahlreichen Dendriten und dem Axon (Nervenfaser). Die baumartigen Dendriten vergrößern die Oberfläche des Neurons. Das Axon leitet die Signale des Neurons an andere Neuronen weiter (oder an Muskelzellen, Drüsen usw.), wobei es sich vielfach verzweigen kann.

Alle Neuronen ‚sprechen‘ (bei der Weiterleitung von Information) dieselbe Sprache: ein elektrisches Signal der Stärke von einem Zehntel Volt und der Dauer von einer Tausendstel Sekunde. Die Stellen am Zellkörper und an den Dendriten eines Neurons, wo diese elektrischen Signale entlang der Axone anderer Neuronen ankommen, heißen Synapsen (Kontaktstellen). Dort trennt ein schmaler Spalt das Axonende (des sprechenden Neurons) von der Membran des ‚hörenden‘ Neurons.

Das ‚Hören‘ der Neuronen (bei der Aufnahme von Information) geschieht mit Hilfe chemischer Prozesse. Das ankommende elektrische Signal setzt Neurotransmitter (Botenstoffe) frei und bewirkt dadurch beim hörenden Neuron elektrische Veränderungen. Diese Veränderungen wiederum sind dafür verantwortlich, ob das hörende Neuron (über sein eigenes Axon) selbst ein elektrisches Signal absetzt, also zum Sprechen erregt wird. So einheitlich und konstant das Sprechen der Neuronen ist, so vielfältig und variabel ist ihr Hören.

1.2 Lehren für die Didaktik

Da alle Neuronen dieselbe Sprache sprechen, kann ein Neuron unabhängig davon, in welchen inhaltlichen Zusammenhang es eingebunden ist – Sehen, Hören, Denken, Fühlen, Bewegen usw. – seine Information grundsätzlich an jedes andere Neuron übermitteln. Diese Einheitlichkeit stellt die materielle Basis für die ganzheitliche Arbeitsweise des Gehirns dar. Sie stützt nachdrücklich die Forderung nach einer ganzheitlichen Erziehung und Bildung.

Ob jedoch die Information vom ‚hörenden‘ Neuron aufgenommen werden kann, hängt vom Zustand der jeweiligen Synapse ab. Und deren Zustand ändert sich, je nachdem, wie intensiv diese Kontaktstelle benutzt wird. Diese Veränderlichkeit der Synapsen wird ‚Plastizität‘ genannt. Als Faustregel gilt: Aktivität der beteiligten Neuronen erhöht die Effektivität der Synapsen, Passivität verringert sie. Lernen findet somit an den Synapsen statt.

Das einheitliche Sprechen der Neuronen bildet die materielle Basis für eine ganzheitliche Erziehung und Bildung. Die Plastizität des Hörens ermöglicht Lernen.

2. Vernetzung der Neuronen

Erst durch die Vernetzung von Neuronen sind Leistungen wie Sprache, Gedächtnis, Wahrnehmung, Aufmerksamkeit oder Gefühle möglich.

2.1 Ergebnisse der Hirnforschung

Die Neuronen, von denen der Mensch etwa 100 Milliarden besitzt, verbinden sich zu unvorstellbar großen und dichten Netzwerken. Der Zusammenschluss zu Netzen wird durch die vielfachen Verzweigungen der Axone ermöglicht, die ihre elektrischen Signale an bis zu 10.000 andere Neuronen – auch über größere Entfernungen hinweg – weitergeben können. Die Verknüpfungsorte sind die variablen (plastischen) Synapsen an den Oberflächen der Zielneuronen.

In einem zusammenhängenden Netzwerk müssen hemmende Mechanismen wirksam sein, sonst würde die kleinste Erregung in kurzer Zeit das ganze Netzwerk in überschießende Aktivität versetzen. An einem Neuron kann man zwei Sorten von Synapsen unterscheiden: auf das Neuron erregend einwirkende und auf das Neuron hemmend einwirkende. Ihre breite und hohe Leistungsfähigkeit beziehen neuronale Netze aus dem Zusammenwirken von Erregung und Hemmung.

2.2 Lehren für die Didaktik

Bei der Geburt besitzt der Säugling bereits alle 100 Milliarden Neuronen und auch voll ausgebildete Vernetzungen, die sein Überleben ermöglichen: Atmen, Saugen, Greifen usw. Jene Vernetzungen aber, durch die sich die ganze Welt im Kopf abbilden wird, beginnen erst sich im aktiven Austausch mit der Umwelt zu bilden. Das Lernen beginnt mit dem ersten Atemzug.

Lernen beruht grundsätzlich darauf, dass sich Vernetzungen zwischen Neuronen bilden, verstärken oder abschwächen. In den frühen Lebensjahren wachsen Verbindungen und legen damit die individuelle Architektur der Vernetzung fest. Im Erwachsenenalter können bestehende Verbindungen noch ständig in ihrer Wirksamkeit verändert – verstärkt oder abgeschwächt – werden.

Hirnforscher Wolf Singer „Was die Neurobiologie vor allem vermag, im Augenblick zumindest, ist, auf die immense Bedeutung dieser frühen Entwicklungsphasen für das spätere Funktionieren des Gehirns hinzuweisen ...“

Als grobe Aussage gilt: Von den im Alter von zwei Jahren bestehenden möglichen Verbindungen geht etwa die Hälfte bis zur Pubertät zugrunde. Jene Hälfte bleibt erhalten und entwickelt sich, die benutzt wird. Die Entscheidung darüber, welche Verbindungen wachsen und erhalten bleiben, wird demnach durch die Aktivität der beteiligten Neuronen festgelegt. Und die wird vor allem durch jene Reize beeinflusst, die aus der Umwelt auf die Sinne des Kindes einwirken.

Aktivität und Passivität der Netzwerke unterliegen der Kontrolle der Aufmerksamkeit, die nicht gut auf zwei unterschiedliche Dinge gleichzeitig gerichtet werden kann. Aktivität in einem Netzwerk hemmt Aktivitäten in anderen. Kindern sollte man Zeit lassen, sich einer Sache bewusst zu nähern, sie konzentriert zu betreiben und sich behutsam von ihr zu verabschieden. Im Bild der Netzwerke: das zuständige Netzwerk aufwärmen, es aktiv halten, und es in Ruhe nacharbeiten lassen.

Vernetzung ist das Schlüsselwort zum Lernen, ein Netzwerk das Symbol.
Aktivität fördert den Aufbau von Vernetzung, Passivität den Abbau.
Aktivität und Passivität stehen unter der Kontrolle der Aufmerksamkeit und folgen den inneren Bedürfnissen sowie den persönlichen Wertvorstellungen.

3. Vernetzung und Gedächtnis

Die materielle Basis für das Gedächtnis bilden die neuronalen Netzwerke mit ihren variablen synaptischen Verbindungen.

3.1 Ergebnisse der Hirnforschung

Das Gedächtnis des Menschen ist assoziativ organisiert: Beim Erinnern vermag ein Teil einer Information die gesamte Information ins Bewusstsein zu bringen. Bei den ‚simultanen‘ Assoziationen handelt es sich um Gedächtnisinhalte, die gemeinsam und ohne feste zeitliche Reihenfolge bewusst werden, wenn ein Teilbereich geweckt wird, z. B. das Bild der Mutter, wenn das Wort ‚Mutter‘ fällt. Die Einbettung in die Zeit prägt die ‚zeitlich sukzessiven‘ Assoziationen, bei denen ein Glied einer Folge von Gedächtnisinhalten das jeweils zeitlich nachfolgende aufzurufen vermag, z. B. bei der Zahlwortreihe die ‚eins‘ die ‚zwei‘ usw.

Erfahrungen hinterlassen dann besonders nachhaltige Spuren, wenn sie zentrale Bedürfnisse berühren oder starke Emotionen auslösen. Auch das ‚episodische‘ Gedächtnis, das Ereignisse festhält, ist gut ausgeprägt.

3.2 Lehren für die Didaktik

Assoziative Bindungen werden vor allem durch Ähnlichkeit, Gegensätzlichkeit, logische Struktur und räumliche sowie zeitliche Nähe unterstützt.

Ordnung erleichtert sowohl Speichern als auch Abrufen. Eine solche Ordnung kann räumlich, zeitlich oder logisch sein. Das Erinnern folgt später bevorzugt in derselben Ordnung wie beim tatsächlichen Geschehen.

Das Gedächtnis der Kinder ist in erster Linie durch konkrete Situationen und besondere Erlebnisse geprägt. Es umfasst eine Sammlung von Vorstellungsbildern, die direkt aus Sineindrücken hervorgegangen sind. Erst nach und nach entwickelt sich die Fähigkeit zur Abstraktion. Besonders stabil ist das Gedächtnis für Orte.

Strategien zum besseren Behalten oder zum leichteren Erinnern entwickeln Kinder erst im Verlauf der Grundschulzeit. Auch entwickelt sich erst in der Schulzeit ein Bewusstsein für das eigene Gedächtnis.

Das Gedächtnis ist durch konkrete Situationen und Erlebnisse geprägt.
Es wird gestützt durch Zusammenhang und Ordnung. Besonders zuverlässig verhält sich das Gedächtnis Ereignissen und Orten gegenüber.

4. Hirnentwicklung und Umwelt

Der Bauplan des Gehirns ist lediglich in seiner Grundausstattung durch das Erbgut festgelegt, die Entfaltung der Anlagen erfolgt in ständiger Wechselwirkung mit der Umwelt.

4.1 Ergebnisse der Hirnforschung

Am Beispiel des Sehsystems, dessen Entwicklung die Hirnforschung in vielen Details aufgeklärt hat, kann das Zusammenwirken von Erbgut und Umwelt studiert werden. Man weiß, dass der genetisch vorgegebene ‚Bauplan‘ die benötigten Verschaltungen der Neuronen nur grob vorbestimmen kann. Die Feinabstimmung muss im Austausch mit der Umwelt erfolgen. Fehlt eine solche Möglichkeit, oder ist sie nur eingeschränkt vorhanden, so entwickelt sich die Sehfähigkeit nur teilweise, oder sie geht ganz verloren.

Von besonderer Bedeutung für die ungestörte Entwicklung der Sinnessysteme ist die kritische Phase, die für das Sehsystem des Menschen bis etwa zum Schuleintritt reicht. Wird in dieser Zeit das Sehen nicht aktiv ausgeübt, so geht es auf Dauer verloren, da die notwendigen Verschaltungen im Gehirn später nicht mehr aufgebaut werden können.

Neben kritischen Phasen kennt man für die Entwicklung der Sinnessysteme auch sensible Phasen. Da sind Zeiten, die für die Ausbildung der notwendigen Vernetzung besonders günstig sind. Später kann dies nachgeholt werden, aber mit wesentlich mehr Zeit und Aufwand.

4.2 Lehren für die Didaktik

Die folgenden vier Faktoren beeinflussen beim Menschen das Zusammenwirken von Anlage und Umwelt in Lernprozessen: die genetisch vorgegebene Anlage, die Signale aus der Umwelt, die bereits vorhandene Vernetzung und die ‚Dreiheit‘ Aufmerksamkeit, Motivation und Emotion.

Der erste Faktor ist durch Vererbung (die Gene) vorgegeben, während die drei übrigen durch Erziehung und Bildung zu beeinflussen sind. Die Gestaltung der Lernumwelt steht im Vordergrund der pädagogischen Planungen. Beachtung sollten aber auch die Faktoren drei und vier erfahren, die sich auf den inneren Zustand des Lernenden beziehen; beide sind das Ergebnis vorangegangener Lernerfahrungen.

Das Wort ‚Faktor‘ im Text oben weist auf das ‚multiplikative‘ Zusammenwirken hin, das der Realität viel näher kommt als ein ‚additives‘. Ist bei einem Produkt auch nur ein Faktor Null, so ist das ganze Ergebnis Null: $5 \times 7 \times 0 = 0$. Bei einer Summe dagegen wirkt sich ein Summand, der Null ist, nicht derart stark aus: $5 + 7 + 0 = 12$. Anlage und Umwelt wirken ‚multiplikativ‘ zusammen: Eine vorhandene Anlage kann sich nicht entfalten, wenn die Reize aus der Umwelt fehlen. Umgekehrt kann eine noch so anregungsreiche Umwelt keine Wirkung erzielen, wenn die entsprechende Anlage fehlt.

Auch für Erziehung und Bildung der Kinder gibt es kritische und sensible Phasen. Doch verfügt man für diesen Bereich über keine so sicheren Erkenntnisse wie für die Entwicklung der Sinnesleistungen. Es bleibt jedoch die Verantwortung den Kindern gegenüber, keine Zeiten zu versäumen, die einmalig oder besonders günstig sind.

Das Gehirn entwickelt sich im aktiven Zusammenwirken von Anlage und Umwelt. Wie für die Entwicklung der Sinne, so gibt es auch für Erziehung und Bildung kritische und sensible Phasen.

5. Lokalisation und Lateralität

Wo geschieht Sehen, wo Hören, wo entstehen Gefühle? Ist die Sprache links oder rechts angesiedelt? Solche Fragen zur ‚Lokalisation‘ oder ‚Lateralität‘ beschäftigen die Hirnforschung seit ihren Anfängen.

5.1 Ergebnissen der Hirnforschung

Die Hirnforschung kennt viele Orte im Gehirn sehr genau, die fest umrissene Aufgaben erfüllen. Dies gilt für ‚einfache‘ Leistungen, die z. B. mit Bewegung oder mit der Aufnahme und der Verarbeitung von Sinnesreizen zu tun haben. Je ‚höher‘ die entsprechenden Leistungen des Gehirns sind, umso mehr Hirnteile sind jedoch beteiligt. Moderne bildgebende Verfahren machen es zwar möglich, dem Gehirn beim Denken quasi zuzuschauen, doch ist der technische Aufwand sehr groß und für Kinder nicht zumutbar.

Mit dem Begriff Lateralität beschreibt man die Spezialisierung der beiden Großhirnhälften auf unterschiedliche Fähigkeiten. Bei den meisten Menschen befindet sich beispielsweise das Sprachvermögen auf der linken Seite. Ebenfalls auf der linken Seite des Großhirns sind solche Fähigkeiten angesiedelt, die eng mit Sprache verbunden sind, wie Lesen, Schreiben oder mündliches und schriftliches Rechnen. Leistungen, die mit Raum, Geometrie oder Musik zu tun haben, werden überwiegend von der rechten Großhirnhälfte erbracht.

5.2 Lehren für die Didaktik

In populären Aufsätzen und Büchern über das Gehirn findet man recht häufig Ausführungen zur Lokalisation, vor allem zum linken und rechten Gehirn, die einseitig und stark übertrieben sind. Das alleinige Wissen über den Ort im Gehirn, an dem eine gewisse Leistung erbracht wird – oben oder unten, links oder rechts, vorne oder hinten – hat für sich allein keine pädagogische Bedeutung, da das Gehirn autonom und zuverlässig selbst bestimmt, wo neuronale Aktivitäten stattfinden. Auch sollte bedacht werden, dass die einzelnen Orte des Gehirns immer in ein dichtes Netz ankommender und wegführender Verbindungen eingebunden sind.

Doch können neurobiologische Erkenntnisse zur Lokalisation helfen, komplexe psychische Vorgänge zu analysieren. Ein Beispiel dazu bringt der nächste Abschnitt über die Sprache, für die drei ‚Zentren‘ existieren. Das Verständnis für Mathematik erfordert Leistungen, die über das ganze Gehirn verteilt sind und insbesondere auch die linke und die rechte Großhirnhälfte beanspruchen. Die Zahlerfassung durch Zählen ist auf (sprachliche) Leistungen der linken Hälfte angewiesen, die simultane Erfassung auf (räumliche) Leistungen der rechten.

Messungen über Aktivitäten des Gehirns haben ergeben, dass die gleiche Tätigkeit nach einem Lernprozess weniger Aufwand erfordert als vorher. Lernen verringert also den Aufwand, den unser Kopf treiben muss. Lernen lohnt sich.

Erkenntnisse zur Lokalisation sollten mit der Vorstellung einer dichten Vernetzung verbunden werden. Lernen verringert den Aufwand an neuronaler Aktivität.

6. Sprache

Die Entdeckung der Sprachzentren im Gehirn zeigt, dass sich beim Lernen einer Sprache drei Bereiche entwickeln müssen: Verstehen, Sprechen und Antrieb.

6.1 Ergebnissen der Hirnforschung

Paul Broca untersuchte 1861 nach dem Tod eines Mannes, der nicht mehr sprechen konnte, obwohl er sprachliche Mitteilungen verstand, das Gehirn des Verstorbenen und stellte eine Schädigung im unteren Stirnlappen der linken Großhirnrinde fest. Carl Wernicke ergänzte 1874 diese Entdeckung durch eine Beschreibung von Krankheitsfällen, bei denen umgekehrt bei erhaltener Sprechfähigkeit das Gesprochene nicht mehr verstanden werden konnte. Seine Untersuchungen ergaben auch hier als Ursache eine Schädigung der linken Großhirnrinde, doch an einem anderen Ort und zwar im Bereich des oberen Schläfenlappens. Die beiden Regionen werden ‚Broca Sprachzentrum‘ und ‚Wernicke Sprachzentrum‘ genannt.

Später wurde noch eine dritte Region in der linken Hemisphäre identifiziert, die für den Sprachantrieb von Bedeutung ist. Eine Verletzung dieses ‚Supplementären Sprachfeldes‘, das im prämotorischen Teil des Stirnhirns angesiedelt ist, kann zu Sprachhemmungen führen.

6.2 Lehren für die Didaktik

Das Wernicke Sprachzentrum lernt, menschliche Laute zu unterscheiden und in Elemente der jeweiligen Sprache zu klassifizieren. Dort baut sich nach und nach ein Gedächtnis für die ‚Wortklangbilder‘ der sprachlichen Umwelt auf. Ein Kind, das früh mit den Wortklängen zweier Sprachen vertraut wird, legt diese Region der Klangmuster reichhaltiger an als ein Kind, das nur mit der Muttersprache aufwächst.

Das Broca Sprachzentrum lernt durch Nachahmung gehörter Laute, eigene Äußerungen anzupassen, zu unterscheiden und in Elemente der jeweiligen Sprache einzuteilen. Dort baut sich nach und nach ein Gedächtnis für die ‚Wortbewegungsbilder‘ auf. Auch hier gilt, dass der Umfang der gespeicherten Muster durch den frühen Umgang mit einer zweiten Sprache differenzierter ausgebildet wird.

Das Supplementäre Sprachfeld hat mit dem Gebrauch der Sprache zu tun. Bekanntlich gibt es sehr stille Kinder, die ihre Gedanken und Gefühle meist für sich behalten, und andere, die jedem Gedanken und jedem Gefühl unmittelbar sprachlichen Ausdruck geben. Die einen sollte man zu mehr Spontaneität, die anderen zu mehr Pausen anregen.

Die kritische Phase für eine natürliche Sprachentwicklung reicht etwa bis zum Ende der Pubertät. Je früher ein Kind mit einer zweiten Sprache vertraut wird, desto vollkommener vermag sich sein Gehirn sich die klanglichen Besonderheiten dieser Sprache anzueignen.

Zum Lernen einer Sprache gehören drei Bereiche: Verstehen, Sprechen und Antrieb. Als Hinweis auf kritische und sensible Phasen: „Was Hänschen nicht hört, das hört Hans nimmermehr.“ „Was Gretchen nicht spricht, das spricht Grete nimmermehr.“

7. Wahrnehmung und Aufmerksamkeit

Jan Amos Comenius (1592-1671): „Reden wir nun vom Lichte, ohne welches man die Gegenstände vergeblich vor die Augen bringen würde. Dieses Licht des Wissens ist die Aufmerksamkeit ...“

7.1 Ergebnissen der Hirnforschung

In jedem Augenblick unseres wachen Daseins sind Augen, Ohren, Haut und die übrigen Sinne tätig, um uns über die Außenwelt zu informieren. Was uns jedoch als subjektive Wahrnehmung bewusst wird, unterscheidet sich stark von den objektiven Empfindungen, die jene Reize allein ausmachen.

Die Aufmerksamkeit unterhält einen ständigen Auswahlprozess, der die Sinnesorgane veranlasst, aus der Fülle der Reize einige wenige auszuwählen, die zur bewussten Verarbeitung gelangen sollen. Welche Reize ausgewählt werden, hängt von äußeren und inneren Bedingungen ab. Neue, auffällige oder bewegte Objekte wecken die Aufmerksamkeit. Sie erzeugen besonders starke Antworten von Neuronen, da unser Aufmerksamkeitssystem in erster Linie die Aufgabe hat, Änderungen in der Umwelt an das Gehirn zu melden.

Andererseits veranlassen bestimmte Erwartungen, die wir hegen, uns zu gezielter Aufmerksamkeit. Erwartete Reize gelangen bevorzugt – auf Kosten anderer Vorgänge – ins Bewusstsein, so dass sie wirksamer verarbeitet und schneller gedeutet werden.

Zu den inneren Bedingungen, die unsere Wahrnehmung prägen, gehören alle früheren Erfahrungen, die unser Gedächtnis aufbewahrt hat. Eintreffende Reize veranlassen das Gehirn, im Gedächtnis nach Informationen zu suchen, die zum aktuellen Vorgang passen. Die Aktivierung des neuronalen Netzwerks, das zur Situation passt, führt zu Veränderungen an seinen Verbindungsstellen. Bei jeder Wahrnehmung – gezielte Aktivität, Suchen im Gedächtnis und Konstruktion einer Deutung – verändert das Neue immer das Alte.

7.2 Lehren für die Didaktik

Wahrnehmung geschieht unter Führung der Aufmerksamkeit, die auswählt und konzentrierte Dauer vermittelt. Die Auswahl der Reize spiegelt die Bedeutung, die ein Kind der jeweiligen Situation beimisst. Nach außen zeigt sich der aktive Charakter der Wahrnehmung durch gerichtete Bewegung: Bewegen der Augen, des Kopfes, Zeigen, Greifen, Annähern usw. Je jünger Kinder sind, desto ausgeprägter müssen solche körperlichen Bewegungen auf den Reiz hin erfolgen.

Die Wahrnehmung der Welt ist eng mit dem motivationalen und dem emotionalen System verzahnt, in denen die Ziele und Werte des Menschen ihren Ausdruck finden und die er in Einklang mit seinen Grundbedürfnissen zu bringen sucht. Zu diesen Grundbedürfnissen zählen lebenserhaltende, wie Atmung und Nahrung, aber auch soziale, wie feste und dauerhafte mitmenschliche Beziehungen. Von großer Bedeutung für die ungestörte Entwicklung der Kinder sind reichhaltige Möglichkeiten zum Erkunden, Spielen und Nachahmen. Auch Orientierung, das Zurechtfinden im räumlichen Umfeld, im Fluss der Zeit und im eigenen und fremden Verhalten, gehört zu den Grundbedürfnissen.

Die Wahrnehmung der Welt baut sich in der Kindheit als aktiver Such- und Konstruktionsprozess auf, geleitet von persönlichen Zielen und Werten. Der aktive Charakter äußert sich durch Aufmerksamkeit und Bewegung.

8. Gefühle

Jan Amos Comenius (1592-1671): „Alles, was beim Lernen Freude macht, unterstützt das Gedächtnis.“

8.1 Ergebnissen der Hirnforschung

Auch für Gefühle ist das Gehirn zuständig, genauer das ‚Limbische System‘, das im Innern zwischen Endhirn und Hirnstamm liegt. Das Limbische System ermöglicht Zustände wie Angst, Wut, Trauer, Aggression, Lust oder Unlust. Gefühle beeinflussen Blutdruck, Herzschlag, Atmung, Verdauung, sind erkennbar an Gesichtsausdruck, Stimme, Körperhaltung und färben Wahrnehmungen, Gedanken, Erinnerungen, Absichten, Vorstellungen.

Das emotionale System bewertet eintreffende Signale über einen kurzen Weg, um ohne Kontrolle des Bewusstseins rasch auf gefährliche oder erfreuliche Situationen reagieren zu können. Eine bewusste Wertung erfolgt über einen längeren Weg, auf dem in der Großhirnrinde die Situation mit früheren Erfahrungen und mit Überlegungen angereichert wird.

Auf Lernen und Gedächtnis üben Gefühle eine starke Wirkung aus. Intensive Gefühle erhöhen die Aufmerksamkeit, verstärken die subjektive Bedeutung und stiften Verknüpfungen mit passenden Netzen. Ein Gedächtnis für Gefühle entwickelt sich bereits in der frühen Kindheit.

8.2 Lehren für die Didaktik

Durch Gefühle werden Geschehnisse in persönliches Erleben verwandelt und durch Gefühle erhalten Raum und Zeit eine subjektive Struktur. Gefühle wirken als Signalgeber, nach innen und nach außen. Kinder lernen schon früh, solche Signale anzuwenden und zu verstehen.

Informationen mit starkem Gefühlswert erwecken eher die Aufmerksamkeit als neutrale. Die Art des Gefühls gibt uns Hinweise, ob die Situation gut oder schlecht für uns ist. Gefühle vereinfachen die komplexe Umwelt und vermitteln unseren neuronalen Netzwerken Konstanz und Stabilität. Das Fehlen verlässlicher Gefühle zeigt sich in einem sprunghaften Verhalten.

Durch die längere zeitliche Dauer von Gefühlen verknüpfen sich verschiedene Geschehnisse mit demselben Gefühlston. Dieser Gefühlston wird später bei einer Erinnerung wieder aktiviert und erleichtert es, Elemente der neuen Situationen assoziativ in das vorhandene Netz einzugliedern. Positive Gefühle steigern bekanntlich die Leistungsfähigkeit, und das eigene Potenzial entfaltet sich am besten im positiven Erleben.

Die Hirnforschung unterstreicht das alte Wissen von der Bedeutung der Gefühle für das Lernen. Lernbereitschaft und Lernerfolg sind eng mit guten Gefühlen verbunden.

„Mit Kopf, Herz und Hand“ hat Heinrich Pestalozzi (1746-1827) von der Pädagogik gefordert. Wir wissen heute, dass sich alle drei Kräfte im Kopf abspielen und deshalb noch enger verwoben sind, als die bildliche Sprache von Pestalozzi ausdrückt.

Schlussbemerkungen

Bekanntlich hebt sich die Mathematik gegenüber anderen Gebieten durch die Abstraktheit ihrer Inhalte ab. Die Kunst der Didaktik besteht darin, beim Lernenden die abstrakten mathematischen Inhalte aus Wahrnehmung und Handeln aufzubauen und für Anwendungen flexibel verfügbar zu machen. Solche Lernprozesse stellen besonders hohe Anforderungen an die Fähigkeit des menschlichen Gehirns, Netzwerke für Symbole zu knüpfen und sie mit der konkreten Umwelt zu verbinden.

Kompetenzpädagogik

Die Brücke zwischen Neurobiologie und Didaktik bedarf eines Geländers, um den pädagogischen Raum für Erziehung und Bildung abzusichern. Für die Neurodidaktik bildet Kompetenzpädagogik dieses Gelände. Für sie gilt als Maß für die Effektivität von Erziehung und Bildung, wie weit es gelingt, die individuelle Begabung jedes Kindes zu entdecken und zu fördern. Nicht der zu lernende Stoff steht also an oberster Stelle sondern die Fähigkeit der Kinder. Es geht darum, für jedes Kind optimale Bedingungen für die Entwicklung seiner geistigen Kräfte zu schaffen.

Neuronale Netzwerke als Symbole des Lernens

Was sich im Kopf abspielt, wenn wir etwas wahrnehmen, denken, fühlen, sprechen oder handeln, sind Aktivitäten in neuronalen Netzwerken. Gegenwärtiges ruft bestehende Netzwerke assoziativ auf, erhält Bedeutung und verändert gleichzeitig Vorhandenes. Jede Form von Lernen wird stets begleitet von Veränderungen auf der Ebene solcher Netze.

Erzieher und Lehrer als Lernbegleiter

Wo eine Kompetenzpädagogik zur Leitidee wird, begleiten Erzieher und Lehrer als Experten und Helfer das Lernen, aber wollen es nicht erzwingen. Fähigkeiten und Stärken werden gemeinsam entdeckt. Im Einklang mit der Netzvorstellung vom Lernen besteht eine der wichtigsten Aufgaben darin zu erkunden, was die Kinder gut können, was ihr Neugier weckt und was ihnen Freude macht. Beim didaktischen Planen sind die fachlichen Inhalte korrespondierend zu diesen Kompetenzen zu strukturieren. Es ist ein ernsthaftes Problem und seine Lösung eine pädagogische Kunst, wie man trotz klarer Vorstellungen von den Inhalten und der Wichtigkeit der einzelnen Gebiete eine freie und produktive Selbstentwicklung garantieren kann.

Stabile Kernstruktur

Jedes Kind hat seine eigene Vielfalt gangbarer Wege und seine eigene Reichweite möglicher geistiger Entwicklung. Und niemand sollte die obere Grenze des intellektuellen Wachstums festlegen wollen. Wichtig ist der Aufbau einer stabilen Kernstruktur: gute Erfahrungen verbunden mit dem Gefühl, in bestimmten Bereichen kompetent zu sein; Fertigkeiten und Fähigkeiten, die zuverlässig zur Verfügung stehen; Neugier und Zuversicht in die Zukunft. Eine von persönlichen Kompetenzen getragene Kernstruktur kann auch gelassener mit Defiziten umgehen.

Der Aufbau einer solchen Kernstruktur beginnt lange vor dem Eintritt in die Schule. Man sollte dies beachten und mit geeigneten Angeboten gezielt auf den Lernwillen der Kinder vor der Schule eingehen, die in höherem Maße an unseren Kultur- und Bildungsinhalten interessiert sind, als viele ihnen zutrauen.

In der Lernfähigkeit der heranwachsenden Generation liegt das Potenzial, mit dem die Zukunft einer Gesellschaft gebaut wird.