

Roth, Gerhard

Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?

Zeitschrift für Pädagogik 50 (2004) 4, S. 496-506



Quellenangabe/ Reference:

Roth, Gerhard: Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? - In: Zeitschrift für Pädagogik 50 (2004) 4, S. 496-506 - URN: urn:nbn:de:0111-opus-48234 - DOI: 10.25656/01:4823

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-48234>

<https://doi.org/10.25656/01:4823>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ

<http://www.beltz.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Inhaltsverzeichnis

Thementeil: Gehirnforschung und Pädagogik

Ulrich Herrmann

Gehirnforschung und die Pädagogik des Lehrens und Lernens:
Auf dem Weg zu einer „Neurodidaktik“? 471

Norbert Sachser

Neugier, Spiel und Lernen:
Verhaltensbiologische Anmerkungen zur Kindheit 475

Gerald Hüther

Die Bedeutung sozialer Erfahrungen für die Strukturierung
des menschlichen Gehirns. Welche sozialen Beziehungen brauchen
Schüler und Lehrer? 487

Gerhard Roth

Warum sind Lehren und Lernen so schwierig? 496

Anna Katharina Braun/Michaela Meier

Wie Gehirne laufen lernen oder:
„Früh übt sich, wer ein Meister werden will!“. Überlegungen zu einer
interdisziplinären Forschungsrichtung „Neuropädagogik“ 507

Sabine Pauen

Zeitfenster der Gehirn- und Verhaltensentwicklung:
Modethema oder Klassiker? 521

Elsbeth Stern

Wie viel Hirn braucht die Schule? Chancen und Grenzen
einer neuropsychologischen Lehr-Lern-Forschung 531

Allgemeiner Teil

Axel Nath/Corinna M. Dartene/Carina Oelerich

Der historische Pygmalioneffekt der Lehrergenerationen
im Bildungswachstum von 1848 bis 1933 539

Norbert Wenning

Heterogenität als neue Leitidee der Erziehungswissenschaft.
Zur Berücksichtigung von Gleichheit und Verschiedenheit 565

Maya Kandler

Interessefördernde Aspekte beim Lernen mit Lernsoftware
aus der Sicht von Schülerinnen und Schülern 583

Diskussion

Klaus Prange

Über die Kunst des Rezensierens 606

Besprechungen

Rudolf Tippelt

Peter Faulstich: Weiterbildung – Begründungen Lebensentfaltender Bildung 613

Heidemarie Kemnitz

Friedrich Adolph Wilhelm Diesterweg: Briefe, amtliche Schreiben und Lebensdoku-
mente aus den Jahren 1810 bis 1832 615

Rainer Kokemohr

Christian Niemeyer: Nietzsche, die Jugend und die Pädagogik. Eine Einführung 618

Dokumentation

Pädagogische Neuerscheinungen 623

Gerhard Roth

Warum sind Lehren und Lernen so schwierig?

Zusammenfassung: Der Kern einer neurobiologisch-konstruktivistischen Lehr- und Lerntheorie besteht in der Einsicht, dass Wissen nicht übertragen werden kann, sondern im Gehirn eines jeden Lernenden neu geschaffen werden muss. Lernen ist also ein aktiver Prozess der Bedeutungserzeugung. Dieser Prozess wird durch Faktoren gesteuert, die überwiegend unbewusst wirken und deshalb nur schwer beeinflussbar sind. Hierzu gehören die Motiviertheit und Glaubhaftigkeit des Lehrenden, die individuellen kognitiven und emotionalen Lernvoraussetzungen der Schüler, die allgemeine Motiviertheit und Lernbereitschaft der Schüler, die spezielle Motiviertheit der Schüler für einen bestimmten Stoff, Vorwissen und der aktuelle emotionale Zustand und der spezifische Lehr- und Lernkontext. Ein guter Lehrer kann den Lernerfolg nicht direkt erzwingen, sondern günstigenfalls die Rahmenbedingungen schaffen, unter denen Lernen erfolgreich abläuft.

Dass Lehren und Lernen schwierig sind und häufig zu Misserfolgen führen, weiß jeder. Warum dies so ist, darüber gehen die Ansichten weit auseinander, was man nach PISA tagtäglich vorgeführt bekommt. Für die einen sind es die unfähigen und unwilligen Lehrer, für die anderen die ebenso unwilligen Schüler oder die sich aus jeder Verantwortung ziehenden Eltern, und für alle sind es in jedem Fall die Bildungspolitiker.

Ich möchte mich hier nicht in die lange Schlange der Kritiker einreihen. Vielmehr möchte ich im Folgenden zeigen, dass Lehren und Lernen aus inhärenten Gründen *grundsätzlich* schwierig sind. Ich will dies aufgrund der neuen Erkenntnisse der Kognitions- und Emotionspsychologie und der Hirnforschung tun. Ich möchte eines – dreimal unterstrichen – betonen: Nichts von dem, was ich vortragen werde, ist einem guten Pädagogen inhaltlich neu. Der Fortschritt besteht vielmehr darin zu zeigen, warum das funktioniert, was ein guter Pädagoge tut, und das nicht, was ein schlechter tut.

1. Informationsverarbeitung – ein falsches Konzept

Konzepte der Pädagogik und Didaktik greifen in aller Regel Vorstellungen aus Wissenschaftsdisziplinen auf, die sich mit Wahrnehmung, Lernen, Gedächtnisbildung und Motivation beschäftigten. Das erfolgreichste solcher Konzepte ist das in der kognitiven Psychologie entwickelte Modell der *Informationsverarbeitung* (Anderson 1996).

Das Grundkonzept hierbei lautet: Der Lehrer sendet sprachlich gefasste bedeutungshafte Informationen aus, die in das informationsverarbeitende System des Schülers eindringen, dort in ihrer Bedeutung entschlüsselt, mit Vorwissen verbunden und nach bestimmten Denkregeln verarbeitet werden, um dann als Wissen im Langzeitgedächtnis abgelegt und von dort gegebenenfalls, z.B. in einer Prüfung, abgefragt zu werden. Lernen wird hier als *Instruktion*, als Verarbeitung und Abspeichern des angebotenen Wissens aufgefasst, und es gilt dann nur, die hierbei beteiligten Mechanismen zu optimieren.

Ich will demgegenüber zwei Behauptungen aufstellen, die überraschend klingen, aber neuro- und kognitionswissenschaftlich gut belegt werden können: (1) Wissen kann nicht *übertragen* werden; es muss im Gehirn eines jeden Lernenden *neu geschaffen* werden. (2) Wissensaneignung beruht auf Rahmenbedingungen und wird durch Faktoren gesteuert, die *unbewusst* ablaufen und deshalb nur schwer beeinflussbar sind.

2. Die Konstruktion von Bedeutung

Wir haben im alltäglichen Leben das unabweisliche Gefühl, dass in der Kommunikation zwischen den Teilnehmern sprachliche Bedeutungen ausgetauscht werden. Eine bloße Aneinanderreihung sinnloser Laute und Zeichen würden wir nicht als Kommunikation und Wissensaustausch ansehen. Und doch trifft es zu, dass dasjenige, was der Sprecher oder Schreibende produziert und an das Ohr des Zuhörers und in das Auge des Lesers dringt, lediglich physikalische Ereignisse (Schalldruckwellen, Verteilungen dunkler Konturen auf hellem Hintergrund) sind, die als solche überhaupt *keine Bedeutung* haben. Ein Angehöriger einer fremden Volksgruppe stößt Laute aus, und ich habe keine Ahnung, welche Bedeutung sie haben, ob es sich überhaupt um Worte handelt und nicht um affektive oder musikalisch-rhythmische Äußerungen. In antiken Ausgrabungsstätten finden wir Zeichen und wissen oft lange Zeit nicht, ob diese Zeichen Zufallsprodukte, Ornamente oder Schriftzeichen darstellen. Wer des Lesens unkundig ist, wird Buchstaben kaum von Fliegendreck unterscheiden können.

Die Erklärung hierfür liegt klar auf der Hand: Damit physikalische Ereignisse *überhaupt* als bedeutungstragende Zeichen, als Sprachsymbole, erkannt werden können, muss das Gehirn des Empfängers über ein entsprechendes Vorwissen verfügen. Und damit speziellere Bedeutungen der Symbole erfasst werden können, müssen Bedeutungskontexte vorhanden sein, die den Zeichen ihre Bedeutung verleihen. Bedeutungen können somit gar nicht vom Lehrenden auf den Lernenden übertragen, sondern müssen vom Gehirn des Lernenden konstruiert werden. Dabei ist wichtig zu beachten, dass die meisten Konstruktionen von Bedeutung in unserem Gehirn hochautomatisiert und völlig unbewusst ablaufen, und selbst wenn sie bewusst erlebt werden, sind sie in aller Regel nicht unserem Willen unterlegen.

Wenn ein Sprecher *Wörter* spricht, so produziert er Schalldruckwellen, die an das Innenohr und schließlich – in Nervenimpulse umgewandelt – in das Gehirn des Hörers eindringen. Dort werden sie im Bruchteil einer Sekunde einer komplizierten Analyse nach Frequenzen, Amplituden und zeitlichen Beziehungen der Schwingungen und Schwingungsüberlagerungen unterzogen und dann als menschliche Sprachlaute identifiziert. Danach werden sie sofort in Hirnzentren gelenkt, die angeborenermaßen für menschliche Sprache zuständig sind, nämlich in das Wernicke- und das Broca-Areal. Hier werden nacheinander Phoneme und Phonemgruppen, primäre Wortbedeutungen, syntax- und grammatikabhängige Wortbedeutungen (linke Hirnrinde) sowie Sprachmelodie und affektiv-emotionale Bestandteile der Sprache (rechte Hirnrinde) analysiert.

Jedes als Wort, Wortgruppe und Satz identifizierte Ereignis wird – für uns unbewusst – mit Inhalten des Sprachgedächtnisses verglichen, und es werden diejenigen bereits vorhandenen Bedeutungen aktiviert oder neu zusammengestellt, die den größten Sinn machen. Hierbei wird meist auch der weitergehende Bedeutungs- und Handlungskontext einbezogen. In Fällen, in denen der Bedeutungs- und Handlungskontext eindeutig ist, mag diese Bedeutungskonstruktion blitzschnell gehen. Der Chef steht mit hochrotem Kopf vor dem Mitarbeiter und schreit „raus!“. Da braucht das Gehirn des Mitarbeiters nicht viel zu konstruieren, was das Gegenüber meint. Bei langen gelehrten Vorträgen von Kollegen hingegen fragt man sich häufig: „Was meint er? Worauf will er hinaus? Was ist überhaupt das Problem?“, weil im Zuhörer das nötige Vorwissen und der Bedeutungskontext nicht klar sind, die im Gehirn des Kollegen herrschten, als er seine Sätze formulierte.

Existieren ein bestimmtes Vorwissen und ein bestimmter Bedeutungskontext nicht im Gehirn des Hörers oder Lesers, so findet keine Bedeutungskonstruktion statt oder zumindest nicht die, welche der Sprecher intendierte. Nur in dem Maße, in dem zufällig oder durch Einübung dasselbe Vorwissen und derselbe Bedeutungskontext in den Gehirnen des Sprechers und des Zuhörers, des Lehrenden und des Lernenden herrschen, entstehen auch ungefähr dieselben Bedeutungen (Hemford/Konieczny 2002). Da diese Bedeutungskonstruktionen meist völlig unbewusst vonstatten gehen und wir sie entsprechend nicht wahrnehmen, haben wir die Illusion, die dann bewusst wahrgenommenen Sprachbedeutungen kämen direkt vom Sprecher.

3. Das limbische System

Die unbewusst ablaufenden Prozesse der Bedeutungs- oder Wissenskonstruktion sind von vielen Faktoren abhängig, von denen die meisten durch ein System vermittelt werden, das in der kognitiven Psychologie lange Zeit überhaupt nicht existierte, nämlich das limbische System. Dieses System vermittelt Affekte, Gefühle und Motivation und ist auf diese Weise der eigentliche Kontrolleur des Lernerfolgs. Die wichtigsten Anteile des limbischen Systems sind in Abbildung 1 dargestellt und sollen hier nur stichwortartig erläutert werden (ausführlich in Roth 2003).

- *Limbische Teile der Großhirnrinde (präfrontaler, orbitofrontaler und cingulärer Cortex)*: Bewusste Emotionen und Motive, bewusste kognitive Leistungen, Handlungs- und Impulskontrolle
- *Hippocampus-Formation i.w.S.*: Organisator des deklarativen, d.h. bewusstseinsfähigen Gedächtnisses (episodisches Gedächtnis, Faktengedächtnis, Vertrautheitsgedächtnis)
- *Amygdala*: Emotionale Konditionierung, insbesondere Vermittlung negativer Gefühle (Stress, Furcht)
- *Mesolimbisches System*: Belohnung durch hirneigene Opiate bzw. „Inaussichtstellung“ von Belohnung durch das dopaminerge System

- *Neuromodulatorische Systeme*: Steuerung von Aufmerksamkeit, Motivation, Interesse, Lernfähigkeit durch die Neuromodulatoren Noradrenalin (allgemeine Aufmerksamkeit, Erregung, Stress), Dopamin (Antrieb, Neugier, Belohnungserwartung), Serotonin (Dämpfung, Beruhigung, Wohlgefühl) und Acetylcholin (gezielte Aufmerksamkeit, Lernförderung)

Die genannten limbischen Zentren bilden das *zentrale Bewertungssystem* unseres Gehirns. Dieses System bewertet alles, was durch uns und mit uns geschieht, danach, ob es gut/vorteilhaft/lustvoll war und entsprechend wiederholt werden sollte, oder schlecht/

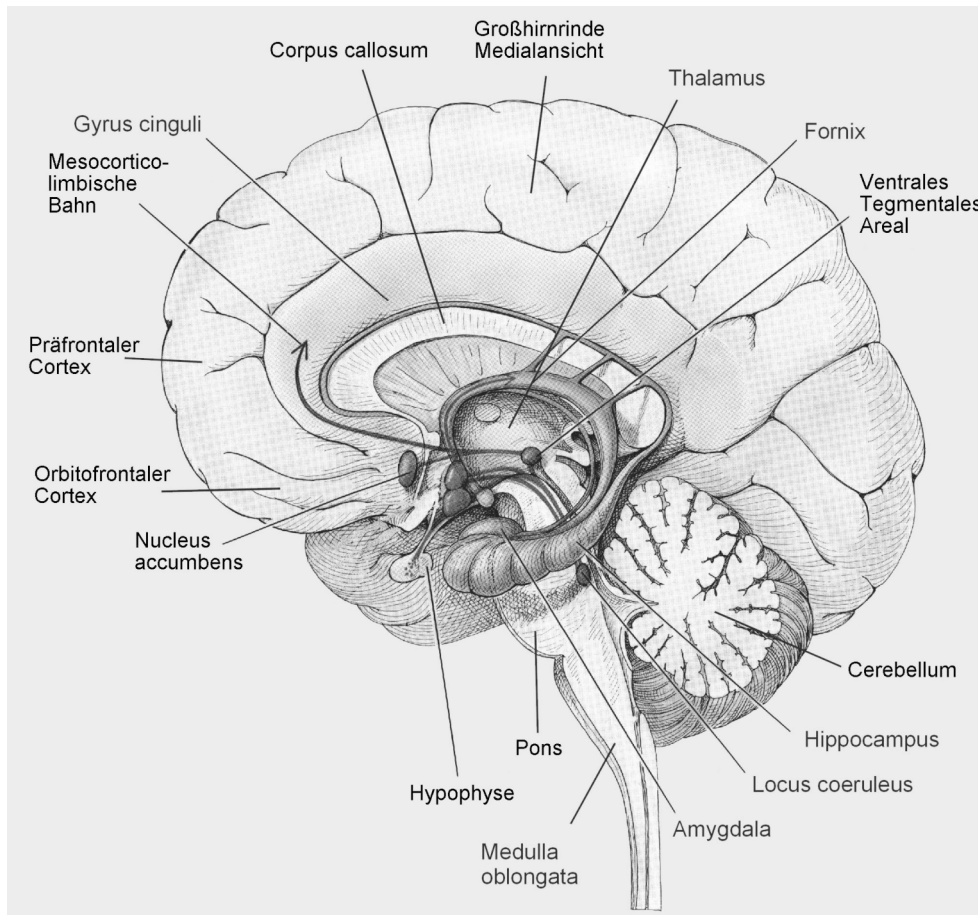


Abb. 1: Längsschnitt durch das menschliche Gehirn mit den wichtigsten limbischen Zentren. Diese Zentren sind Orte der Entstehung von positiven (Nucleus accumbens, ventrales tegmentales Areal), und negativen Gefühlen (Amygdala), der Gedächtnisorganisation (Hippocampus), der Aufmerksamkeits- und Bewusstseinssteuerung (basales Vorderhirn, Locus coeruleus, Thalamus) und der vegetativen Funktionen (Hypothalamus) (Nach Spektrum/Scientific American 1994, verändert).

nachteilig/schmerzhaft und entsprechend zu meiden ist. Es legt diese Bewertungen im *emotionalen Erfahrungsgedächtnis* nieder, das weitgehend unbewusst arbeitet. In jeder Situation wird vom limbischen System geprüft, ob diese Situation bereits bekannt ist bzw. einer früheren sehr ähnelt, und welche Erfahrungen wir damit gemacht haben. Dabei kommen die *Details* der Geschehnisse nicht aus den limbischen Zentren im engeren Sinne selbst, sondern werden über das deklarative Gedächtnis vom Hippocampus hinzugefügt.

Dieses System entscheidet insofern grundlegend über den Lernerfolg, als es bei jeder Lernsituation fragt: „Was spricht dafür, dass Hinhören, Lernen, Üben usw. sich tatsächlich lohnen?“ Dies geschieht überwiegend aufgrund der vergangenen, meist unbewusst wirkenden Erfahrung. Kommt das System zu einem positiven Ergebnis, so werden über die genannten neuromodulatorischen Systeme in der Großhirnrinde vorhandene Wissens-Netzwerke so umgestaltet, dass neues Wissen entsteht. Entscheidend hierbei sind Geschwindigkeit und Ausmaß, mit denen passende Gedächtnisinhalte abgerufen und kombiniert und damit neue Wissens-Netzwerke geschaffen werden.

4. Faktoren, die beim Lehren und Lernen eine wichtige Rolle spielen

Lehren und Lernen werden von einer ganzen Reihe sehr unterschiedlicher Faktoren bestimmt. Hierzu gehören vor allem:

1. die Motiviertheit und Glaubhaftigkeit des Lehrenden,
2. die individuellen kognitiven und emotionalen Lernvoraussetzungen der Schüler,
3. die allgemeine Motiviertheit und Lernbereitschaft der Schüler,
4. die spezielle Motiviertheit der Schüler für einen bestimmten Stoff, Vorwissen und der aktuelle emotionale Zustand,
5. der spezifische Lehr- und Lernkontext.

4.1 Die Motiviertheit und Glaubhaftigkeit des Lehrenden

Emotionspsychologen und Neuropsychologen haben herausgefunden, dass zu Beginn einer jeden Begegnung und eines jeden Gesprächs die Glaubhaftigkeit des Partners eingeschätzt wird (zusammenfassend dazu Roth 2003). Dies geschieht innerhalb ca. einer Sekunde völlig unbewusst über eine Analyse des Gesichtsausdrucks (besonders Augen- und Mundstellung), der Tönung der Stimme (Prosodie) und der Körperhaltung. Beteiligt hieran sind vor allem die Amygdala und der insuläre Cortex (besonders rechtsseitig) sowie der rechte temporal-parietale Cortex (Gesichterwahrnehmung) und der orbitofrontale Cortex (Abbildung 2). Unbewusst wahrgenommener emotional gesteuerter Körpergeruch, der Furcht und Unsicherheit vermittelt, könnte ebenfalls eine Rolle spielen; auch dies wird in der Amygdala verarbeitet.

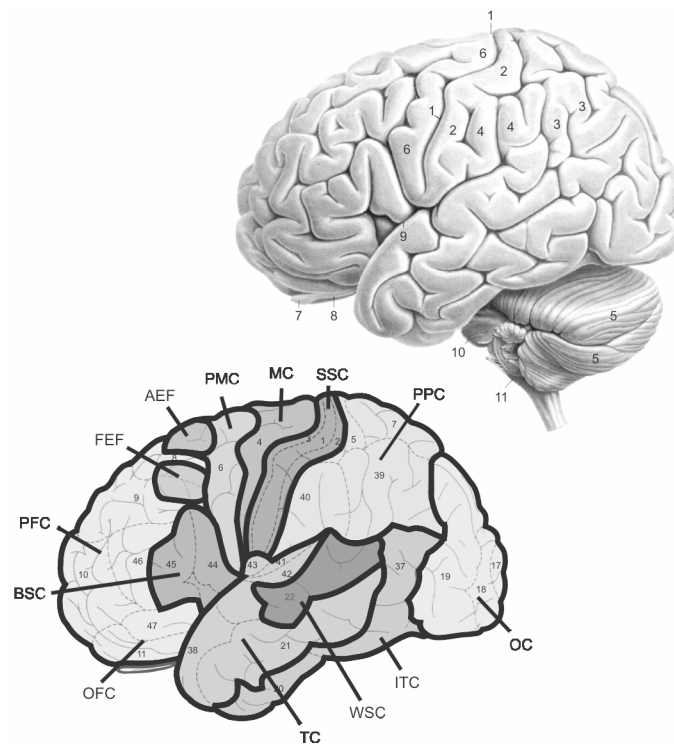


Abb. 2:

Oben: Seitenansicht des menschlichen Gehirns. Sichtbar ist die Großhirnrinde mit ihren typischen Windungen (Gyrus/Gyri) und Furchen (Sulcus/Sulci) und das ebenfalls stark gefurchte Kleinhirn. Abkürzungen: 1 Zentralfurche (Sulcus centralis); 2 Gyrus postcentralis; 3 Gyrus angularis; 4 Gyrus supramarginalis; 5 Kleinhirn-Hemisphären; 6 Gyrus praecentralis; 7 Riechkolben (Bulbus olfactorius); 8 olfaktorischer Trakt; 9 Sulcus lateralis; 10 Brücke (Pons); 11 Verlängertes Mark (Medulla oblongata).

Unten: Anatomisch-funktionelle Gliederung der seitlichen Hirnrinde. Die Zahlen geben die übliche Einteilung in cytoarchitektonische Felder nach K. Brodmann an. Abkürzungen: AEF = vorderes Augenfeld; BSC = Broca-Sprachzentrum; FEF = frontales Augenfeld; ITC = inferotemporaler Cortex; MC = motorischer Cortex; OC = occipitaler Cortex (Hinterhauptslappen); PFC = präfrontaler Cortex (Stirnlappen); PMC = dorsolateraler prämotorischer Cortex; PPC = posteriorer parietaler Cortex; SSC = somatosensorischer Cortex; TC = temporaler Cortex (Schläfenlappen); WSC = Wernicke-Sprachzentrum. (Aus Roth, 200 nach Nieuwenhuys et al., 1991; verändert).

Beim Lernen ist dies genauso. Schüler stellen schnell und zumindest im ersten Schritt unbewusst fest, ob der Lehrer motiviert ist, seinen Stoff beherrscht und sich mit dem Gesagten auch identifiziert. Dem Lehrer sind die von ihm ausgesandten Signale meist überhaupt nicht bewusst, und er kann sie deshalb nicht oder nur nach großem Training willentlich steuern (Schauspieler und Demagogen scheinen dies zu können). Wenn also ein in vielen Jahren des Lehrerdaseins ermüdeteter, unmotivierter Lehrer Wissensinhalte vorträgt, von denen er selbst nicht weiß, ob sie überhaupt noch zutreffen, so ist dies in den Gehirnen der Schüler die direkte Aufforderung zum Weghören.

4.2 *Die individuellen kognitiven und emotionalen Lernvoraussetzungen der Schüler*

Lernen ist ein aktiver Prozess der *Bedeutungserzeugung*, und dieser Prozess läuft in einzelnen Gehirnen viel unterschiedlicher ab, als wir alle wahrhaben wollen. Jeder weiß, dass es krasse Unterschiede in den Gedächtnisleistungen gibt (Markowitsch 2002). Der eine kann 200 Telefonnummern und sonstige Zahlenkombinationen auswendig aufsagen, kann sich aber Namen nicht gut merken oder verirrt sich häufig, hat also ein schlechtes räumliches Gedächtnis. Bei anderen ist es genau umgekehrt. Diese Unterschiede sind hochgradig angeboren und lassen sich nur in engen Grenzen und meist durch Anwendung von so genannten Eselsbrücken verbessern. Diese funktionieren nach dem Prinzip, dass Gedächtnisleistungen, in denen eine Person gut ist (z.B. räumliche Orientierung oder bildliche Vorstellungskraft), mit solchen Gedächtnisleistungen gekoppelt werden, in denen diese Person schlecht ist (z.B. Zahlengedächtnis). So kann man es lernen, Ziffern mit einfachen Bildern automatisch zu verbinden und sich somit viel leichter Zahlenkombinationen merken. Ebenso gibt es krasse Unterschiede in spezifischen Lernbegabungen: der eine ist sehr gut in Mathematik, mäßig gut in Sprachen und schlecht in bildender Kunst, und auch hier ist mit Übung nur wenig zu machen. Ebenso gibt es unterschiedliche Lernstile: Der eine lernt am besten durch Zuhören, der andere muss etwas gelesen haben, der Dritte das Ganze zu Hause noch einmal überdenken usw. Verursacht wird dies durch die Tatsache, dass Lernfähigkeit und Gedächtnis hochgradig modular (d.h. in viele Schubladen gegliedert) organisiert sind, und dass die Leistungsfähigkeit dieser Module individuell stark variiert.

Dies bedeutet, dass der gute Lehrer eigentlich den Lern- und Gedächtnisstil eines jeden seiner Schüler genau kennen müsste, um seine Tätigkeit daran optimal anzupassen – eine in der Schulrealität fast unlösbare Aufgabe. Immerhin könnte der Lehrer einen bestimmten Stoff vielgestaltiger als üblich präsentieren, z.B. sowohl sprachlich als auch bildhaft-anschaulich und schließlich in Frage und Antwort, und somit zumindest die Haupttypen des Lernens ansprechen. Ebenso wäre schon ein genaueres Wissen darüber, wie stark Lern- und Gedächtnisstile inter-individuell variieren, sehr hilfreich. Viele scheinbare Lernschwierigkeiten von Schülern beruhen darauf, dass in der Schule in aller Regel ein bestimmter Wissensvermittlungstyp, nämlich derjenige des sprachlich vermittelten Lernens, dominiert, der keineswegs allen Schülern „liegt“.

Neben diesen hochgradig genetisch determinierten und daher wenig veränderbaren Faktoren gibt es Einflüsse auf den Lernerfolg, die vorgeburtlich oder frühkindlich festgelegt werden und dann fast ebenso schwer zu beeinflussen sind. Dies betrifft vor allem ein Gehirnsystem, das die allgemeine Aktivität und Aufmerksamkeit regelt und durch Neuromodulatoren wie Dopamin (anregend, antreibend), Serotonin (dämpfend) und Acetylcholin (aufmerksamkeitssteuernd) sowie eine Reihe von Neuropeptiden charakterisiert ist. Dieses System bestimmt die allgemeine Fähigkeit, Dinge und Geschehnisse der Umwelt in ihrer Bedeutung erfassen zu können, und es liegt auch der allgemeinen Lernfähigkeit und Lernbereitschaft zugrunde. Es bildet sich vornehmlich in der frühen Mutter-Kind-Beziehung aus und ermöglicht es dem Säugling und Kleinkind, die Gefühle und Intentionen der Mutter zu erfassen und danach das eigene Ich auszubilden,

Impulskontrolle einzuüben und die Grundzüge sozialer Interaktion und des Einfühlungsvermögens (*Empathie*) auszubilden.

Entwicklungsdefizite können genetisch bedingt oder durch vorgeburtliche, geburtliche oder nachgeburtliche Schädigungen hervorgerufen sein, aber auch durch Defizite im mütterlichen Fürsorgeverhalten, die wiederum zum Teil auf Defizite im Gehirn der Mutter zurückzuführen sind (Eliot 2001). Diese können zu der inzwischen viel diskutierten „Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitäts-Störung“ (ADHS) führen (Krause/Dresel/Krause 2000; Laucht 2001). Kleinkinder mit diesem Syndrom – so genannte Schrei-Babies – weisen später häufig schwere Störungen des familiären, schulischen und sozialen Verhaltens auf bis hin zu gewalttätigem und soziopathischem Verhalten. Manche Experten vermuten, dass ADHS inzwischen zu einer „Volksseuche“ geworden ist, und führen die häufig festgestellten Lernstörungen der Schüler hierauf zurück. Dies ist aber umstritten. Sollte dies so sein, so wären hier Maßnahmen zu treffen, die weit über den schulischen Bereich in den der Eltern-Kind-Beziehungen und des Struktur- und Bedeutungswandels der Familie hineinreichen.

4.3 Die allgemeine Motiviertheit und Lernbereitschaft der Schüler

Wie bereits erwähnt, existiert im Gehirn ein System, das vor jeder Situation, in der eine Person etwas tun soll, prüft, ob das verlangte Verhalten Belohnung verspricht (bzw. Unlust vermeiden hilft). Im vorliegenden Fall heißt dies, dass die *Lernsituation* dem Schüler in irgendeiner Weise attraktiv erscheinen muss. Hierüber wird die allgemeine Lernbereitschaft gesteuert, und zwar über Aufmerksamkeit und die Ausschüttung spezifischer lernfördernder Stoffe wie Noradrenalin und Acetylcholin. Das Gehirn des Schülers entwickelt im Zusammenhang mit schulischem Lernen schnell *Belohnungserwartungen*, die erfüllt oder enttäuscht werden können. Dies bedeutet, dass ein Kind bei seinen Eltern und der weiteren Umgebung früh die Erfahrung machen muss, dass Lernen etwas Schönes und Nützliches ist. Dies drückt sich dann in generell erhöhter Lernbereitschaft und Motiviertheit aus. Werden Lernen und Schule früh als mühselig und lästig empfunden oder „heruntergemacht“, so muss man sich nicht wundern, dass sich bei den Kindern erst gar keine Lernmotivation einstellt.

Ebenso ist ein leichter, anregender Stress generell lernfördernd. Hierbei wird im Gehirn der Neuromodulator Noradrenalin ausgeschüttet, der in geringen Dosen das Gehirn allgemein aufnahmebereit macht. In den Augen der Verhaltensphysiologen und Lernpsychologen ist es deshalb nachteilig, wenn Lernen zu entspannt und „kuschelig“ ist und ohne jegliche Anstrengung auf niedrigstem Niveau passiert. *Lernen muss als positive Anstrengung empfunden werden*. Starker Stress hingegen, verbunden mit Versagensangst und Bedrohtheitsgefühl gegenüber dem Lehrenden, führt zu starker Hemmung des Lernerfolges (vgl. Roth 2003). Das Gehirn stellt über ein spezielles „Monitor-System“ (zingulärer Cortex, Abb. 1) auch fest, wenn eine Belohnung (z.B. in Form eines Lobes) verdient oder unverdient war, und stellt sich sofort hierauf ein. Es muss klare Regeln der Bewertung des Lernerfolges geben, die der Schüler nachvollziehen kann.

4.4 Die spezielle Motiviertheit der Schüler für einen bestimmten Stoff, Vorwissen und der aktuelle emotionale Zustand

Interesse und Motiviertheit drücken sich im Aktivierungsgrad des noradrenergen Systems, das die allgemeine Aufmerksamkeit erhöht (leichter Erwartungsstress), des dopaminergen Systems (Neugier, Belohnungserwartung) und des cholinergen Systems (gezielte Aufmerksamkeit, Konzentration) aus. Diese Systeme machen die Großhirnrinde und den Hippocampus bereit zum Lernen und fördern die Verankerung des Wissensstoffes im Langzeitgedächtnis. Wie dies genau passiert, ist nicht bekannt. Bekannt ist hingegen, dass die Stärke des emotionalen Zustandes, den der Schüler als Interesse, Begeisterung, Gefesseltsein empfindet, mit der Gedächtnisleistung positiv korreliert. Was den Schüler im Einzelnen interessiert, kann aber – wie bereits erwähnt – außerordentlich unterschiedlich sein. Dieses spezielle Lerninteresse kann genetisch determiniert, frühkindlich festgelegt oder später erworben sein. Jeder von uns weiß: Was einen brennend interessiert, das lernt man „im Fluge“, während das, was einen nicht fesselt, schwer zu lernen ist.

Das Wissensgedächtnis hat sehr viele Module oder „Schubladen“, die im Prinzip zwar unabhängig voneinander arbeiten können, aber miteinander verbunden sind (Markowitsch 2002). Dabei werden unterschiedliche Aspekte eines bestimmten Lerninhalts (Personen, Geschehnisse, Objekte, Orte, Namen, Farben, der emotionale Zustand, die Neuigkeit usw.) in unterschiedlichen Schubladen abgelegt, aber diese unterschiedlichen Aspekte bleiben untereinander verbunden und bilden ein Bedeutungsfeld. Entsprechend gilt: In je mehr Gedächtnis-Schubladen ein Inhalt parallel abgelegt ist, desto besser ist die Erinnerbarkeit, denn das Abrufen eines bestimmten Aspektes befördert die Erinnerung anderer Aspekte und schließlich des gesamten Wissensinhalts. Je mehr Wissensinhalte einer bestimmten Kategorie bereits vorhanden sind, desto besser ist die Anschlussfähigkeit. Deshalb ist es ratsam, Dinge im ersten Schritt anschaulich und alltagsnah darzustellen, sodass die Kinder sich etwas dabei vorstellen können. Das ist nicht nur unterhaltsam, sondern erhöht auch die Anschlussfähigkeit der neuen Inhalte an die bereits vorhandenen.

In diesem Zusammenhang erklärt sich die Alltagsweisheit: „Aller Anfang ist schwer!“ Dinge, die für den Lernenden neu, d.h. nicht anschlussfähig sind, fallen durch die Gedächtnisnetze hindurch, weil sie nirgendwo Brücken zu bereits vorhandenem Wissen bilden können. Sie werden dann zu einem mühsam gelegten Bodensatz, aus dem dann erste Bedeutungs-Netzwerke werden können. Gibt es hingegen schon weit ausgebreitete Gedächtnisnetzwerke, so wird jeder neue Inhalt schnell und gut abrufbar verankert.

Die problematischste Lehr- und Lernmethode ist das Pauken, d.h. das simple Auswendiglernen. Hierbei werden Gedächtnisnetzwerke durch bloße Wiederholung von Inhalten ausgebildet. Dies klappt immer, und zwar auch dann, wenn weder Lerninteresse noch Vorwissen vorhanden sind. In diesem Zusammenhang ist Pauken sogar notwendig. Pauken und Auswendiglernen haben aber einen entscheidenden Nachteil, nämlich dass sie eine Variante des *impliziten Lernens* darstellen und nicht des semantischen, d.h. inhaltlich bedeutsamen Lernens. Man beherrscht eine bestimmte motorische Fer-

tigkeit (Fertigkeitslernen, z.B. Fahrradfahren, Klavierspielen, Instrumente bedienen), aber man versteht nicht, *wie* es funktioniert, und diese Fähigkeit ist – anders als inhaltliches Wissen – nicht auf andere Gebiete übertragbar. So kann man Wissen mechanisch erwerben und anwenden, Lehrbuchinhalte auswendig lernen, aber man hat sie dann nicht semantisch, d.h. in ihrer Bedeutung erfasst und kann nicht mit ihnen weiterarbeiten. So sagt dann der Lehrer: Das hast du doch einfach auswendig gelernt und nicht kapiert, was es bedeutet!

Am wichtigsten ist also das Gegenteil von Pauken, nämlich das selbstständige Durchdringen des Stoffes. Dies bedeutet im Gedächtnis, dass bei der Konsolidierung der entsprechenden Gedächtnisinhalte Verbindungen zu anderen Wissensschubladen hergestellt und sogar neue Schubladen angelegt werden, in denen das Wissen abstrahiert, systematisiert und damit viel leichter auf andere Fälle übertragbar wird. Intelligenz ist zum großen Teil angeboren, Expertenwissen kann man sich anpauken, klug wird man nur durch hochgradige Vernetzung des eigenen Wissens.

4.5 Der spezifische Lehr- und Lernkontext

Der Lernerfolg hängt nicht nur vom Grad des Vorwissens, der Aufmerksamkeit und des Interesses ab, sondern auch vom Kontext, in dem Lernen stattfindet. Die moderne Gedächtnisforschung zeigt, dass bei jedem Inhalt, der als solcher gelernt wird, auch mitgelernt wird, *wer* diesen Inhalt vermittelt (Quellengedächtnis) und wann und wo das Lernen (Orts- und Zeitgedächtnis) stattfindet (Schacter 1996). Dieser Kontext ist mitentscheidend für den Lernerfolg und wird zusammen mit dem Wissensinhalt abgespeichert. Entsprechend kann schon der Lernkontext (Person, Zeit, Ort) förderlich oder hinderlich für das Abrufen eines Wissensinhaltes sein. Lerninhalte, die in schäbigen Klassenzimmern, in einer konflikträchtigen und furchteinflößenden Umgebung von lustlosen Lehrern vermittelt werden, haben deshalb eine geringe Chance, dauerhaft im Gedächtnis verankert zu werden.

5. Abschließende Betrachtung

Die genannten Faktoren wirken im Gehirn des Lernenden nachhaltig auf den Lernerfolg ein. Obwohl sie jedem guten Lehrer bekannt sind, ist das Wissen hierüber bisher kaum in fundierte Lehr- und Lernkonzepte eingegangen. Der Grund hierfür ist, dass sie auch in der Psychologie noch keineswegs wirklich ernst genommen werden, denn sie betreffen überwiegend unbewusste Prozesse im Gehirn, und sich mit Gehirnprozessen und dann auch noch mit unbewussten befassen zu müssen, ist vielen Psychologen noch fremd. Es wird offenbar als eine Art Beleidigung des Menschen angesehen, der sich von allen (anderen) Tieren durch Vernunft und Verstand auszeichnet.

Dennoch ist es so, dass wir keinen direkten, willentlichen Einfluss auf den Lernerfolg haben, weder auf den eigenen noch den unserer Schüler, sondern jede Einflussmöglich-

keit geht nur über die Beeinflussung der *Rahmenbedingungen* des Lehrens und Lernens. Weder kann der Lehrer sagen „das lernt ihr jetzt gefälligst!“ noch kann der Schüler beschließen „das behalte ich jetzt“. Einige der genannten Faktoren wie genetische und frühkindlich erworbene Lerndispositionen und Motivationen sind vom Lehrer überhaupt nicht mehr zu beeinflussen. Bei anderen aber ist dies durchaus der Fall, was zum Beispiel die Glaubhaftigkeit des Lehrers, die Herstellung einer günstigen Lernsituation, die Kombination von Anforderungsniveau, Motivierung und Rückmeldung über Erfolg und Misserfolg und schließlich auch die Lernumgebung angeht. Lernunwilligkeit eines Schülers ist demnach nicht in erster Linie das Ergebnis bösen Willens, sondern das Resultat von Lernhemmnissen, auf die der Schüler selbst keinen aktuellen Einfluss hat, die aber mittel- und langfristig geändert werden können.

Literatur

- Anderson, J.R. (1996): Kognitive Psychologie. Heidelberg/Berlin/Oxford: Spektrum.
- Eliot, L. (2001): Was geht da drinnen vor? Die Gehirnentwicklung in den ersten fünf Lebensjahren. Berlin: Berlin Verlag.
- Hemford, B./Konieczny, L. (2002): Sätze und Texte verstehen und produzieren. In: Müsseler, J./Prinz, W. (Hrsg.): Allgemeine Psychologie. Heidelberg/Berlin/Oxford: Spektrum, S. 589-642.
- Krause, K.-H./Dresel, S./Krause, J. (2000): Neurobiologie der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung. In: *Psycho* 26, S. 199-208.
- Laucht, M. (2001): Antisoziales Verhalten im Jugendalter: Entstehungsbedingungen und Verlaufsformen. In: *Zeitschrift für Kinder- und Jugendpsychiatrie und Psychotherapie* 29, S. 297-311.
- Markowitsch, H.-J. (2002): Dem Gedächtnis auf der Spur. Vom Erinnern und Vergessen. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.
- Nieuwenhuys, R. u.a. (1991): Das Zentralnervensystem des Menschen. Berlin/Heidelberg: Springer.
- Roth, G. (2003): Fühlen, Denken, Handeln. Frankfurt a.M.: Suhrkamp.
- Schacter, D.L. (1996): Searching for Memory. The Brain, the Mind, and the Past. New York: Basic Books.

Abstract: *At the core of neurobiological-constructivist theories of teaching and learning is the insight that knowledge may not be transferred but has to be newly created in the brain of each individual learner. Thus, learning is an active process of the generation of meaning. This process is controlled by factors which work mainly unconsciously and can therefore hardly be influenced. Among these are the motivation and credibility of the teacher, the individual cognitive and emotional learning preconditions of the pupils, the students' general motivation and willingness to learn, the special motivation of students regarding a specific subject, previous knowledge, and the current emotional state as well as the specific teaching and learning context. A good teacher cannot directly enforce successful learning, he can at best create framework conditions that allow the learning process to run successfully.*

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Dr. Gerhard Roth, Institut für Hirnforschung, Universität Bremen, 28334 Bremen, E-Mail: gerhard.roth@uni-bremen.de.