

Vorwort zur 2. Auflage

Die Forschungs- und Diskussionslage, die die vor vier Jahren zusammengestellten Beiträge dieses Bandes dokumentieren, ist unverändert. Neurowissenschaftler arbeiten an der Aufklärung von Lern- und Gedächtnisprozessen, Kognitionspsychologen an der Modellierung von höheren kognitiven Leistungen. Von gemeinsamen Fragestellungen sind sie weit entfernt, auch das NIL-Programm des BMBF hat sich – von seinen ursprünglichen Absichten her gesehen – insoweit als Fehlschlag erwiesen.

Für pädagogische Aspekte wichtiger ist, dass deutlicher als bisher jetzt – in den neuen Beiträgen von Joachim Bauer und Gerald Hüther – die Bedeutung der psychosozialen Beziehungen hervortritt. Ein Forschungsbericht zur neurokognitiven Lern- und Gedächtnisforschung (von Jacobs et al.) konnte nachgetragen werden sowie ein Bericht von der neuropsychologisch angeleiteten Lehr-Lern-Organisation einer Schule (Theurl). So werden die Entwicklungstendenzen deutlich, in deren Richtung Neurowissenschaften und Pädagogik, Lehr-Lern-Forschung, Unterrichtsentwicklung und Schulorganisation gemeinsam weiterarbeiten sollten!

Tübingen, im Juli 2009

Ulrich Herrmann

Aus dem Vorwort zur 1. Auflage 2006

Die Debatte über die mögliche Bedeutung der Neurowissenschaften bzw. der Gehirnforschung für die Gestaltung von Lehren und Lernen ist in vollem Gang. Gehirnforscher werden nicht müde, darauf hinzuweisen, dass ohne ein »gehirngerechter« Umgang mit jenem Organ, dem wir alle unseren kognitiven Leistungen verdanken (und noch viel mehr), im (vor)schulischen organisierten Lernen nur mäßiger Erfolg beschieden sein kann. Im Gegenzug weisen die Vertreter der Kognitionspsychologie und der Lehr-Lern-Forschung darauf hin, dass die Gehirnforschung noch nicht viel zutage gefördert habe, was für schulisches Lernen verwertbar wäre, zumal das Problem des Zustandekommens höherer kognitiver Leistungen [...] von den Neurowissenschaften eigentlich gar nicht bearbeitet werden könne. Und was dann noch übrig bliebe – sagen ihrerseits die Reformpädagogen –, sei eigentlich nur die Bestätigung dessen, was sie bzw. »gute Lehrer« immer schon gewusst und getan hätten. [...]

Alle Beiträge [dieses Bandes] zeigen, dass die Zeit der Revierverteidigungen vorbei sein sollte, dass die Zeit der Kooperation in Praxis, Entwicklung und Forschung und zwar in dieser Reihenfolge erst ganz vereinzelt begonnen hat, dass die Zeit der »Rezepte« auch hier nie anbrecchen wird – aber dass wir schon sehr viel wissen und beherzigen sollten, um Lehr-Lern-Prozesse neurodidaktisch neu zu denken und zu gestalten.

Ulrich Herrmann

Neurodidaktik – neue Wege des Lehrens und Lernens

1. Was bedeutet »Neurodidaktik«?

Neurodidaktik wurde als Bezeichnung eingeführt für ein neues methodisches Vorgehen im sonderpädagogischen Bereich bei Schülern mit Lern- und Verständnisschwierigkeiten (Friedrich 1995, Preiß 1996). Dieses Vorgehen beruht kognitionspsychologisch darauf, »Holzwege« im Denken und Verstehen bzw. »Fehler« dadurch zu umgehen, indem andere gedankliche Operationen zu dem ursprünglich gewünschten, aber verfehlten Ergebnis zu kommen (Friedrich in diesem Band). Die Bezeichnung mit *Neurodidaktik* war nicht glücklich, weil es sich eher um eine modifizierte *Methodik* des Lehrens und Lernens handelt. Traditionell wird nämlich unterschieden Didaktik als Begründung der Auswahl und Anordnung der *Lehrinhalte* und Methodik als Lehre von den *Lehr-Lern-Verfahren*. Beim heutigen Stand der Neurodidaktik kann es sich nicht um mehr handeln als eine neue Sicht auf Voraussetzungen, Strukturen und Prozessen von *Gedächtnis* und *Lernen* (im Sinne von Informationsaufnahme und -verarbeitung), nicht aber von höheren kognitiven Verstehens- und Denkprozessen.

Die neue neurodidaktische Sicht besteht – vereinfacht gesagt – darin, dass Begünstigungen und Widrigkeiten beim organisierten schulisch-unterrichtlichen Lernen in ihren Voraussetzungen, Strukturen und Prozessen, soweit sie bekannt sind, aus neurowissenschaftlicher Sicht interpretiert und aufgrund neurowissenschaftlicher Einsichten modifiziert werden (Gasser 2008). Zur Beurteilung von Kontroversen zwischen Neurowissenschaftlern, (Kognitions-)Psychologen und Pädagogen über den Nutzen neurowissenschaftlicher Erkenntnisse für die Gestaltung von Lern- und Denkprozesse mögen folgende Klarstellungen dienen: Das »lernende Gehirn« ist aus der Sicht

- der Neurowissenschaften ein Objekt, in dem vor allem Zellstoffwechselprozesse studiert werden können, die dokumentieren, wie das Gehirn aus »Informationen« »Biologie« macht (Joachim Bauer): physiologisch-chemisch nachweisbare Veränderungen in den Nervenbahnen und Synapsen, d.h. von biologischen Strukturen im Gehirn;
- der Kognitionspsychologie eine »Agentur« von und für höhere(n) kognitive(n) Prozesse(n) (Denken, Verstehen usw.), die sich trotz der bisher neurowissenschaftlich nicht entschlüsselten Fähigkeit zur »Selbstreflexion« (Ich-Bewusstsein) für die Anleitung von Denk- und Verstehensprozessen nutzen lässt, da die Ordnung der zu lernenden intellektuellen Operationen das strukturellen Pendant zu »neuronalen Repräsentationen« darstellen (Aebli 1980/81);

- der Bio- und der Sozialpsychologie abhängig von atmosphärisch angstfreien, ermutigenden, Erfolgszuversicht signalisierenden Beziehungen und Signalen, um optimale Lern- und Gedächtnisleistungen zu erbringen;
- von Erziehern und Lehrern (Pädagogen) die Grundlage für Unterstützungen und Hilfestellungen beim möglichst vielseitigen erfolgreichen Explorieren der Lebenswelt durch Kinder und junge Leute, weshalb sie Experten sein sollten für die »gehirngerechten Lehr-Lern-Arrangements«, »gehirn«-gerecht insofern, als es um die Berücksichtigung derjenigen neuronalen Strukturen und Prozesse geht, die den Erfolg pädagogischer Interventionen begünstigen oder beeinträchtigen können.

Für die Vertreter all dieser Disziplinen gibt es daher breite Überschneidungsfelder, je nach Akzentuierung hinsichtlich der zu berücksichtigenden Voraussetzungen bzw. der zu gestaltenden Prozesse und Interventionen. Der Magdeburger Hirnforscher Henning Scheich (2003) hat zum Stand der Dinge mit Recht formuliert, dass die Hirnforschung bisher nicht mehr zutage gefördert hat, als erfahrene reflektierende Pädagogen schon wussten. Nur: Die Hirnforschung kann jetzt *begründen*, *warum* sie Recht hatten.

2. Alte pädagogische Wahrheiten und neue neurowissenschaftliche Begründungen

Was wissen Pädagogen schon seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert über gelingende Lernprozesse (Anhänge zu Herrmann in diesem Band)? Die moderne Pädagogik (Erziehung und Unterricht) wurde im 18. Jahrhundert von einer Anthropologie und Psychologie der menschlichen »Kräfte« her entwickelt. Im Mittelpunkt standen jene »Kräfte« des lernenden Kindes und diejenigen begünstigenden Umstände, durch die die Lernlust (Neugier) nicht erlahmt und wo durch Lernerfolg (Wohlfinden) Lernmotivation erhalten und gefördert wird. Die wichtigsten damaligen, bis heute gültigen Einsichten in erfolgreiches Lehren und Lernen waren:

- Es muss eine praktische Herausforderung bestehen, die *bewältigbar* ist und subjektiv *Sinn macht*.
- Lernen beruht auf *Selbsttätigkeit*. Gelernt wird, was *getan* wird, am besten mit hoher Selbstständigkeit und Selbstverantwortlichkeit.
- Es dürfen keine Entmutigungen eintreten beim Versuch, etwas zu bewältigen bzw. ein Problem zu lösen; dieser Versuch sollte von positiven Gefühlen begleitet sein.
- In einer Gruppe verläuft das Probieren und Experimentieren als Lernprozess stabiler als in einer Situation der Vereinzelung.
- Es muss viel wiederholt und geübt werden für Sicherheit und Erfolgsgewissheit; »Übung macht den Meister«.
- Lernen bedarf eines Wechsels von Anspannung und Entspannung.

- Anforderungen müssen individuell zugemessen werden: Unterforderung bewirkt Lernverdruss durch Langeweile, Überforderung mindert durch Druck Lernfähigkeit oder bewirkt durch fortgesetzte Misserfolge Lernunwilligkeit.
- Lernende müssen ihre Arbeits- als Lernzeiten individuell bestimmen können; Zeitdruck (Stress) erzeugt Versagensangst, das Gehirn wird »blockiert«.

Was wissen wir über das lernende Gehirn und was nicht?

Die Bestätigungen dafür sind der Hirnforschung inzwischen geläufig:

- Das Gehirn ist kein Datenspeicher, sondern ein Datengenerator durch die autonome Organisation der Speicherung und Verknüpfung von Informationen und der Konstruktion von deren Bedeutungen.
- Am besten gelernt wird unter leichter Anspannung, leichtem Stress, aber das Arbeitsergebnis muss *etwas besser sein als erwartet*. Zu hoher Stress bzw. Versagensangst blockiert oder mindert die erwünschten Gehirnleistungen.
- Neugier wird geweckt z.B. durch den Faktor »überraschende Neuigkeit«, »erklärungsbedürftiger Sachverhalt«, »unerwartetes Ereignis«, damit Aufmerksamkeit sich fokussieren kann.
- Durch Entmutigung entsteht entweder Motivationsverlust oder gar Vermeidungsverhalten, in krassen Fällen als psychische Verletzung auch Leistungsverweigerung.
- Das Gehirn ist ein »soziales Organ« und sucht beständig nach Kooperationen: förderliche Beziehungen und freundliche Atmosphäre (Hüther und Bauer in diesem Band; Bauer 2006, 2007)
- Neuronale Netze müssen durch häufigen Gebrauch (Üben, Wiederholen) stabilisiert werden, so entsteht Gedächtnis. Lernen ist ein sehr langsamer Prozess, wie jeder weiß, der es auf einem Gebiet zu einer gewissen Meisterschaft gebracht hat.
- Gedächtnis als verfügbares Vorwissen ist die beste Voraussetzung für das Lernen des Neuen. Sicheres abrufbares Vorwissen ist die wohl wichtigste Voraussetzung z.B. für Problemlösungen unter Stressbedingungen (Tests).
- Nachhaltige Informationsverarbeitung ist auf Überprüfungs- und Sicherungszeiten angewiesen, d.h. auf einen zeitlichen Wechsel von Informationsaufnahme (Anspannung) und Informationssicherung (Entspannung, Konsolidierung) im Kontext bisheriger Informationsbestände.
- Jedes Gehirn hat als Organ seine individuelle erfahrungsgeschichtliche Prägung. Jedes Gehirn schreibt daher neuen Informationen (Erfahrungen) zunächst einmal *seine* lebensgeschichtlich individuellen Bedeutungen zu.

Die neurowissenschaftliche pädagogisch relevante Lernforschung steht noch ganz am Anfang (Stern u.a. 2005; jetzt in Deutschland das NIL-Programm). Neuartige Untersuchungs- und Analysemöglichkeiten besonders von Stoffwechselprozessen und der Wirkungsweisen von Botenstoffen im Gehirn sowie die bildgebenden Verfahren haben

in den letzten zwei Jahrzehnten zu Entdeckungen und Einsichten geführt, die unser Verständnis vom Funktionieren des Gehirns grundlegend verändert haben (Damasio 2002; Roth 2003; Kandel 2006; Förstl 2007; Ledoux 2004). Dazu gehören vor allem:

- das limbische System der Bewertung von Informationen und der dadurch ausgelösten autonomen Gehirnaktivitäten (Roth in diesem Band)
- die Spiegelneurone als Grundlage des Lernens am Modell sowie des Verständnisses des Gehirns als eines »sozialen Organs« (Bauer in diesem Band)
- der gewaltige Überschuss an Nervenzellverbindungen in den ersten Lebensjahren, der wieder abgebaut wird, wenn sich die Verschaltungen der Synapsen durch Anregung und Gebrauch gefestigt haben
- die Strukturierung der Gehirnfunktionen in Abhängigkeit von ihrer Nutzung sowie von Erfahrungen (Hüther in diesem Band)
- »soziale Resonanz« (Beachtung, Zuwendung, Anerkennung) als notwendiges Überlebensmittel des Menschen und das dabei entstehende Zusammenspiel von motivationswirksamen Neuromodulatoren (Dopamin, endogene Opioide, Oxytozin) im körpereigenen »Belohnungssystem« (Bauer in diesem Band).

Unser Wissen über das lernende Gehirn besteht (1) aus überliefertem Alltagswissen, (2) aus pädagogischen Arrangements wie Unterricht und Lernsituationen sowie (3) aus empirisch-analytischem und experimentellem Wissen der Hirnforschung.

- *Wie* dasjenige, was wir *Lernen* nennen, in den Hirnzellen und ihren Verknüpfungen funktioniert, wissen wir nicht – nur *dass* und *wann*.
- *Wie* Informationen abrufbar gespeichert werden, ist ebenso unbekannt wie der Prozess ihrer Verknüpfung zu »Sinnstrukturen« (»neuronalen Repräsentationen«).
- *Wie* höhere kognitive Leistungen des Gehirns (beispielsweise Begriffe bilden) zustande kommen, ist unbekannt. Einige Voraussetzungen sind in der Tradition der Pädagogik und der Pädagogischen Psychologie seit etwa 200 Jahren bekannt (Herbart, Aebli).
- Es ist *in Ansätzen* experimentell überprüft, *dass* und zum Teil auch *wodurch* Informationsaufnahme und -verarbeitung durch bestimmte Umstände unterbunden, erschwert oder begünstigt werden kann.
- Natürliches Lernen – vor allem durch Nachahmen – geht *sehr langsam*, in der Regel aber auch sehr erfolgreich vor sich; das Gelernte wird erst nach vielen Wiederholungen im Langzeitgedächtnis dauerhaft verfügbar gehalten.
- Details ohne Bedeutungskontexte vergisst das Gehirn rasch, abgesehen z.B. von Einmalereignissen, die deshalb auch »unvergesslich« genannt werden: eine besondere Überraschung, »das erste Mal«, eine Verletzung. Muster und Bilder speichert es hingegen sehr lange, weil sie für die Erkennung und Bewertung neuer Informationen unerlässlich sind.

- Das unterrichtlich-organisierte Lernen geht wie das natürliche langsam vor sich und ist in der *individuellen und kaum beeinflussbaren* Informationsverarbeitung und Bedeutungsgenerierung hinsichtlich einer normierten Zielerreichung höchst störanfällig (Roth in diesem Band).

Aus alledem folgt: Beim Zusammenwirken von Neurowissenschaften und Pädagogik kann es derzeit nur um *elementare* Lernprozesse und deren Optimierung gehen. Erziehungsfragen wie etwa beabsichtigte Verhaltensänderungen werden neurowissenschaftlich ansatzweise über Motivations- bzw. Belohnungssysteme betrachtet.

Aspekte erfolgreichen Lernens und neurodidaktische Impulse

Das *limbische System* bewertet Informationen nach den Kriterien wichtig/unwichtig, wünschenswert/nicht wünschenswert, angenehm/unangenehm und ermöglicht ihre Speicherung in unserem emotionalen Erfahrungsgedächtnis. Sollen neue Informationen aufgenommen werden, dann sollten diese wichtig, wünschenswert (nützlich) und von angenehmen Gefühlen begleitet sein: »Es wird euch Spaß machen, was Ihr jetzt zu sehen und zum Knobeln bekommt!« »Altbekanntes in neuem Gewand: Erster Preis ... für die Erklärung!«

Neugierverhalten als die Suche nach bedeutungsvollen Erfahrungen ist angeboren und erlahmt bei bedeutungslosen oder nicht erklärungsbedürftigen Sachverhalten. Das Nachlassen der Neugier als Lust auf Lernen wird durch selbstbestimmtes Erkunden und Aneignen vermieden: »Bearbeite einen dir wichtig erscheinenden Aspekt innerhalb des Rahmenthemas!« »Versuche herauszufinden, wie Wasser in die Spitze der Bäume kommt – und wo es dann bleibt!« »Wozu braucht ein Auto Stoßdämpfer: für den Fahrkomfort und/oder für die Fahrsicherheit?«

Entspannte Atmosphäre, Spiel und Vertrauen sind wichtige Voraussetzungen dafür, dass sich Neugier und damit Kreativität entfalten können; ohne Leistungsstress und ohne Versagensängste. »Probier mal herum und protokolliere sorgfältig, was du bemerkst!« Für Maria Montessori war selbstvergessenes Spiel eines kleinen Kindes die Schlüsselszene für ihr pädagogisch-psychologisches Verständnis vom selbstbestimmten kindlichen Lernen (s.u. S. 150).

Sich einlassen auf Neugier setzt Vertrauen voraus: nicht nur keine Furcht vor Misserfolg, vor Fehlern, vor Entmutigung durch negative Konsequenzen (Noten!), sondern die Erwartung auf Erfolg stärken, Suchbewegungen mit offenem Ausgang bekräftigen, die Hoffnung auf Belohnung wecken, das Selbstbewusstsein und die Selbstwirksamkeitsüberzeugung stärken. »Du kannst ruhig zeigen, was du noch nicht kannst: Wie soll ich dir sonst helfen können?« »Man kann nicht immer beim ersten Anlauf Erfolg haben.« »Lass dich nicht entmutigen! Du schaffst es schon!«

Entspannung für Gedächtniskonsolidierung während des Lernens ist eine wichtige Maßnahme, dem Gehirn die notwendige Zeit für die Speicherung von Informationen und Verknüpfung zu Bedeutungszusammenhängen zu geben (Theurl in diesem Band). Der optimale Rhythmus von Anspannung und Entspannung ist nicht möglich

in einem lehrerzentrierten Frontalunterricht, wo alle Gehirne im Gleichschritt funktionieren sollen, was sie gar nicht können. Beim Lernen in der Schule sind die unablässigen Lehrerfragen ein Störfaktor!

Emotion und Kognition: Das Gehirn kann bei einem elektro-chemischen Impuls Inhalt und Bedeutung nicht von einander trennen – die Information *ist* auch immer *zugleich* ihre Bedeutung. Ein Erlebnis als bleibende Erfahrung ist durch eine besondere emotionale Weise ausgezeichnet. Die innere aktive Beteiligung der Schüler an ihrem Tun verstärkt deren Interesse und Engagement und führt dadurch zu besseren und nachhaltigeren Arbeits- und Lernergebnissen.

Belohnung und »Spaß« bewirken, dass das Gehirn umso besser funktioniert, je attraktiver die Lernsituation empfunden wird, und die Attraktivität bemisst sich – wie könnte es anders sein – an der Abschätzung des zu erwartenden Erfolgs. Sobald die Rahmenbedingungen für Erfolg besonders mit Rücksicht auf die großen individuellen Unterschiede bei den Lernbefähigungen und Lernleistungen von den Schülern selbst gestaltet werden können, stellen sich generell erhöhte Lernbereitschaft und Motivation ein. Das gehirneigene »Belohnungssystem« bleibt intakt durch Spaß am Gelingen als Leistung. Nichts ist daher erfolgreicher als eine neurodidaktisch argumentierte »Spaßpädagogik«: eine lust- und spaßbesetzte Leistungsherausforderung, die Erfolgserlebnisse vermittelt!

Das Gehirn praktiziert verschiedene Verfahren, Gedächtnisinhalte zu ordnen: das deklarative Gedächtnis für Fakten, das semantische für Bedeutungen, das prozedurale für Routinen, Abläufe und Fertigkeiten, das emotionale für Gefühle. Sie bilden einen Funktionszusammenhang, das heißt sie stützen sich gegenseitig. Lehren im Sinne von angeleitetem Lernen soll den Funktionszusammenhang aller Gedächtnisformen aktivieren: Fakten werden eingebettet in einen Bedeutungsrahmen und in Verlaufsgeschichten mit emotional wirksamen Bedeutungsträgern. Geschichte muss ein »Gesicht« bekommen: Kaiser und Papst – »Canossa«; Völkermord – »Las Casas vor Karl V.«; Reformation – »Luther in Worms«; gewaltloser Widerstand – »Mahatma Gandhi«; Aufstand des Gewissens – »Die weiße Rose«; Holocaust – »Anne Frank«.

Musterwahrnehmung und -erzeugung sind die Form der Wahrnehmung und des Erinnerns von Gesamtheiten und Teilen und deren *regelgerechter* Ergänzung zu (auch *neuen* bedeutungsvollen) Gesamtheiten. Kinder lernen die Muttersprache durch Hören und Nachsprechen, *zugleich* generiert ihr Gehirn die grammatischen Regeln, nach denen diese Sprache verfährt. Nachhaltige Prozesse der Vermittlung und Aneignung geschehen am besten auf der Grundlage des Angebots und der Aneignung von Mustern (Schemata): »Frankreich ist sechseckig«, »Sizilien ist dreieckig«, »Italien ist ein Stiefel«. Vertiefendes Lehren und Lernen sollte mit der Differenzierung und Generierung von Mustern beziehungsweise Begriffen einhergehen, weil dadurch unterschiedliche Bedeutungen des Wissens von unterschiedlichen neuronalen Repräsentationen zugänglich sind und »träges Wissen« vermieden wird. Die intellektuelle Förderung etwa durch Schachspielen beruht auf der Herausforderung, in den jeweils aktuellen Figurenkonstellationen bestimmte Muster für mögliche Züge für erfolgreiche neue Konstellationen zu antizipieren.

Kommunikatives Handeln und Leistungsverstärkung im Schülerarbeitsalltag bedingen sich gegenseitig, weil ein junger Mensch weder nur »Intelligenz« und auch nicht nur »Gehirn« ist, sondern eine Person, für deren Leben und Überleben, Lernen und Leisten sozial-emotionale Beziehungen unabdingbar sind. Die Reformpädagogik geht daher von der Isolierung des Schülers in der Sitzordnung und bei der Leistungserbringung ab, und die Kooperation beim Lernen in Gruppen erbringt einen Zugewinn an Wohlbefinden und damit an Leistungsbereitschaft und -fähigkeit. *Beziehungen stiften* muss daher ein Kerngeschäft des Lehrens sein, weil Beziehungslosigkeit und Nichtbeachtung als psychische Verletzung vom menschlichen Gehirn registriert werden – genau wie physischer Schmerz. Nichtbeachtung lähmt das Motivationssystem und erhöht das Aggressionspotenzial. So tritt auf einen Blick zutage, mit welchen Problemen Schulen mit großen Klassen (zu viele unbeachtete Schüler) und einem durch Gewinner und Verlierer auf Auslese getrimmten Betriebssystem (durch Noten und Sitzenbleiben gedemütigte Schüler) zu kämpfen haben.

3. »Gehirngerechtes Lehren und Lernen«?

Es könnte das Missverständnis aufkommen, die herkömmliche Lehr-Lern-Praxis müsse lediglich neurowissenschaftlich neu instrumentiert werden: der Lehrer lehrt, der Schüler lernt, jetzt aber mit »gehirngerechten« Verfahren. Genau dann wäre der Ertrag der Neurowissenschaften für die Lehr-Lern-Pädagogik verfehlt; denn ein Gehirn lernt immer, *aber auf seine individuelle Weise*, und es ist kein Datenspeicher, in den nur etwas geschickt eingefüllt werden muss, sondern *ein autonomer Datenerzeuger, der auf seine Weise* Informationen bewertet und zu Bedeutungszusammenhängen verknüpft. Auf diese Prozesse haben wir nur bedingt oder gar nicht willentlichen Zugriff (Roth in diesem Band). Ebenso wenig wie man Hunger hervorrufen kann (wohl aber Appetit) oder Motivation (wohl aber Neugier und Interesse), ebenso wenig können im Gehirn Lernprozesse induziert werden, die nicht den gehirneigenen Regeln und Prozessen folgen. Wohl aber können Voraussetzungen erfolgreichen Lernens geschaffen werden durch die Förderung von Neugier und Interesse, von entspanntem Explorieren und Experimentieren. Sie sind der Stoff, aus dem Lernen, Denken und Verstehen gemacht sind. Das pädagogische Credo der Neurodidaktik ist daher dasjenige aller Reformpädagogik seit mehr als 100 Jahren, den Worten von Maria Montessori: »Hilf mir, es selber zu tun!«

Literatur

- Aebli, H. (1980/81): Denken – das Ordnen des Tuns. 2 Bde. Stuttgart: Klett.
- Bauer, J. (2006): Prinzip Menschlichkeit. Warum wir von Natur aus kooperieren. Hamburg: Hoffmann & Campe.
- Bauer, J. (2007): Lob der Schule. Hamburg: Hoffmann & Campe.
- Damasio, A.R. (2000): Ich fühle, also bin ich – Die Entschlüsselung des Bewusstseins. München: List.
- Förstl, H. (Hrsg.) (2007): Theory of Mind. Neurobiologie und Psychologie sozialen Verhaltens. Heidelberg: Springer.
- Friedrich, G.. (1995): Die Praktikabilität der Neurodidaktik. Ein Analyse- und Bewertungsinstrument für die Fachdidaktik. Frankfurt a.M.: Lang.
- Gasser, P. (2008): Neuropsychologische Grundlagen des Lehrens und Lernens. Bern: hep.
- Kandel, E. (2006): Auf der Suche nach dem Gedächtnis. München: Siedler.
- Ledoux, J. (2004): Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen. München: dtv.
- NIL-Programm: NIL Neurowissenschaften – Instruktion – Lernen. Ein Programm zur Förderung der wissenschaftlichen Zusammenarbeit zwischen Neurowissenschaften und Lehr-Lern-Forschung. www.nil-programm.de/de/publikationen.htm
- Preiß, G. (Hrsg.) (1996): Neurodidaktik. Theoretische und praktische Beiträge. Pfaffenweiler: Centaurus.
- Roth, G. (2003): Fühlen, Denken und Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Scheich, H.: Lernen unter der Dopamindusche. In: DIE ZEIT, Nr. 39, 18.9.2003, S. 38.
- Stern, E., u.a. (2005): Lehr-Lern-Forschung und Neurowissenschaften – Erwartungen, Befunde, Forschungsperspektiven. (Bildungsreform, Bd. 13) Bonn/Berlin: BMBF.

Diese Einführung zur 2. Auflage dieser »Neurodidaktik« ersetzt den Einführungstext der 1. Auflage: Gehirngerechtes Lehren und Lernen. Gehirnforschung und Pädagogik auf dem Weg zur Neurodidaktik, S. 8–15 (dort auch Hinweise auf weitere Texte des Verfassers, die in diesen Text eingeflossen sind). Der hier vorliegende Text nimmt ebenfalls Formulierungen aus früheren Veröffentlichungen des Verfassers wieder auf: Lernen – vom Gehirn aus betrachtet, in: Gehirn & Geist, H. 12/2008, S. 44–48; Neurodidaktik – neue Mode oder neue Wege des Lehrens und Lernens? In: Lernen als Thema der Neurowissenschaften. Hrsg. von Andrea Helbach. E-Dossier 05/2009 der Fachhochschule Zürich, S. 10–15. Internet-Ausgabe unter www.elearning.zfh.ch