



SCHULE – QUO VADIS?  
Gelangweilte Schüler, frustrier-  
te Lehrer, schlechte Pisa-Ergeb-  
nisse – um die deutschen  
Schulen ist es schlecht bestellt.  
Kein Wunder, finden Neuro-  
didaktiker: Der Alltag an vielen  
staatlichen Bildungseinrich-  
tungen widerspreche  
grundlegenden Einsichten der  
Neurowissenschaften.

PHILIPPE MINSINI / FOTOLIA

TITELTHEMA | NEURODIDAKTIK

# Lernen – vom Gehirn aus betrachtet

Wie schulisches Lernen verbessert werden kann: Neurowissenschaften  
und Pädagogik auf dem gemeinsamen Weg zur Neurodidaktik

VON ULRICH HERRMANN

## MEHR ZUM THEMA

> **Neurodidaktik auf dem  
Prüfstand**

Der Streit um den »gehirn-  
gerechten« Unterricht (S. 36)

> **Schule fürs Leben**

Das Thüringer Bildungs-  
projekt »Nelecom« (S. 53)

> **Das Geheimnis von  
Munderkingen**

Erfolgsrezepte einer schwä-  
bischen Realschule (S. 56)

Neuro« ist »in«: Neuroökonomie, Neuro-  
ethik, Neurotheologie, Neurogermanistik,  
Neurohistorik, Neurodidaktik. Wissenschaft-  
ler versuchen, unser Erleben und Verhalten als  
vom Gehirn verursacht zu verstehen und zu er-  
klären – und zwar nicht nur in dem trivialen  
Sinn, dass alles Denken und Tun auf Gehirn-  
aktivität basiert, sondern in dem genaueren  
Sinn der Ermittlung *autonom*er Gehirnaktivitäten  
und ihrer Folgen. Die Aufmerksamkeit, die dem  
Funktionieren des Gehirns in dieser Hinsicht  
gegenwärtig zuteilwird, ist daher nicht verwun-

derlich. Es ist ja nicht belanglos zu wissen –  
pointiert gesprochen –, in welchen Situationen  
wir das Gehirn benutzen und wann das Gehirn  
uns unbemerkt regiert.

Neue Untersuchungs- und Analysemöglich-  
keiten besonders von Stoffwechselprozessen  
und der Wirkungsweisen von Botenstoffen im  
Gehirn sowie die bildgebenden Verfahren ha-  
ben in den letzten zwei Jahrzehnten zu Entde-  
ckungen geführt, die unser Verständnis vom  
Funktionieren des Gehirns grundlegend verän-  
dert haben. Dazu gehören vor allem:

- das limbische System der Bewertung von Informationen und der dadurch ausgelösten autonomen Gehirnaktivitäten,
- die Spiegelneurone als Grundlage des Lernens am Modell sowie des Verständnisses des Gehirns als eines »sozialen Organs«,
- der gewaltige Überschuss an Nervenzellverbindungen in den ersten Lebensjahren, der wieder abgebaut wird, wenn sich die Synapsen durch Anregung und Gebrauch gefestigt haben,
- die Strukturierung der Gehirnfunktionen in Abhängigkeit von ihrer Nutzung sowie von Erfahrungen,
- »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«.

## Neue Herausforderungen für die Pädagogik

Als Folge dieser Entwicklung müssen wissenschaftler menschliches Verhalten und Handeln in vielerlei Hinsicht neu analysieren und bewerten. Ist zum Beispiel Fahrerflucht in einer mit Stress und Angst besetzten Situation ein Tatbestand, der hinsichtlich seiner Schuldhaftigkeit und Strafwürdigkeit einem kalkulierten Raubüberfall gleichgesetzt werden kann? Darf ein Schüler, dessen Gehirn unter Stressbedingungen keine ausreichenden Leistungen erbringen kann, als Schulversager bestraft und um seine Zukunft betrogen werden?

Wenn eindeutig belegt ist, dass die Motoren unseres Motivationssystems positive Beziehungs- und Bindungserfahrungen sind – Zuwendung und Anerkennung, Lob und Unterstützung –, und dass Leistungsbereitschaft und -fähigkeit von Vertrauen, Abwesenheit von Versagensangst sowie von Erfolgszuversicht abhängen: Kann und darf dann das heutige angst erzeugende Schul- und Unterrichtsbetriebssystem mit seinen massenhaften Erfahrungen des Scheiterns und der Demütigungen, der Entmutigungen und Versagensängste, der neugier- und motivationszerstörenden Konzentration auf Leistungen und Noten statt der Förderung von Kreativität und Eigenständigkeit länger hingenommen werden?

Die meisten akademischen Pädagogen betrachten die Herausforderung durch die Neurowissenschaften mit Skepsis, ja mit Abwehr. Und vergessen dabei, dass sich an allen Jahrhundert-

wenden der Moderne analoge Neuorientierungen der Pädagogik an der »natürlichen Natur« der Psyche des Kindes und Jugendlichen vollzogen haben: an der Wende zum 18. Jahrhundert bei François Fénelon (1651–1715) und August Hermann Francke (1663–1727), zum 19. Jahrhundert bei Jean-Jacques Rousseau (1712–1778) und den Philantropen, zum 20. Jahrhundert bei den Reformpädagogen (siehe Artikel S. 36). Allen gemeinsam ist das Kredo, dass neue Lernerfahrungen nötig sind: eine »gehirngerechte« psychologische Pädagogik der Neugier und des Fleißes, der Ermutigung und der Belohnung.

Pädagogen und Psychologen wissen seit dem ausgehenden 18. Jahrhundert, dass Lernen nur dann dauerhaft erfolgreich ist, wenn die Prozesse und das Umfeld dabei mehrere Bedingungen erfüllen:

- eine praktische Herausforderung stellen, die bewältigbar und subjektiv sinnvoll ist,
- nicht entmutigen beim Versuch, etwas zu vollbringen oder ein Problem zu lösen,
- Wissbegierde und Neugier nicht behindern, das Kind seine eigenen Lernwege gehen lassen,
- viele Gelegenheiten zum Wiederholen und Üben bieten, um Sicherheit und Erfolgsgewissheit zu ermöglichen,
- individuell zugemessene Anforderungen stellen, weil Unterforderung durch Langeweile Lernverdruss bewirkt und Überforderung durch Druck Lernwilligkeit eindämmt oder – durch fortgesetzte Misserfolge – gar erstickt.

So kam man schon im 18. Jahrhundert recht schnell auf eine erfolgreiche Pädagogik der Selbsttätigkeit, der Selbstständigkeit und der Selbstwirksamkeit durch Förderung von Neugier und Wissbegierde. Prominente Hirnforscher wie Henning Scheich von der Universität Magdeburg und Gerald Hüther von der Universität Göttingen bestätigen denn auch, dass die aktuelle Neurowissenschaft auf dem Gebiet der praktisch-pädagogischen Erfahrung bisher nicht mehr herausgebracht hat, als erfahrene gute Pädagogen schon wussten – mit dem Unterschied: Nunmehr kann mit neurowissenschaftlichen Befunden und Argumenten belegt werden, *warum* sie mit dem, was sie wussten, Recht hatten.

Damit keine falschen Erwartungen geweckt werden oder Missverständnisse entstehen: Neurowissenschaftler können keine konkret auf den Inhalt des Unterrichts bezogenen Fragen beantworten wie »Warum macht diese Projektarbeit jenem Kind Spaß und einem anderen nicht?« oder »Wie weckt man das Interesse der Schüler

## G&G-Umfrage: NEURODIDAKTIK

Was halten Sie von den Versuchen der Hirnforscher, mit ihren Methoden zu einem besseren Lernen beizutragen?

Ihre Meinung ist uns wichtig!

[www.gehirn-und-geist.de/lesermeinung](http://www.gehirn-und-geist.de/lesermeinung)

*Schulisches Lernen läuft nach denselben Regeln ab wie das natürliche Lernen*



ALUIS KOROLIOVAS / FOTOLIA

### EIN KINDERSPIEL

Neugier und Kreativität können sich nur in einer entspannten, spielerischen Atmosphäre entfalten. Für die berühmte Reformpädagogin Maria Montessori (1870–1952) war die Beobachtung des selbstvergessenen Spiels eines kleinen Kindes ein Schlüsselerslebnis für ihr Verständnis vom selbstbestimmten Lernen. Fehler gibt es dabei nicht, sondern nur unermüdliches Probieren bis zum Gelingen. Lehrer sollten also die Schüler dazu animieren, ihrer Fantasie freien Lauf zu lassen und zu zeigen, was sie können.

*Je wichtiger, nützlicher und angenehmer eine Information ist, desto eher bleibt sie im Gedächtnis*

für Goethes Lyrik?« Sie können auch keine pädagogisch-erzieherischen Fragen beantworten wie »Soll ich nachgeben oder eine Grenze setzen?« oder »Ist es ratsam, diese Geschwisterivalität erst einmal auf sich beruhen zu lassen?«.

Kontroverse Debatten zwischen Neurowissenschaftlern und Pädagogen über so konkrete Fragen entbehren jeder sachlichen Grundlage. Vielmehr geht es um die Optimierung von *Lernen*. Das ist der sachliche Kern von Neurodidaktik, nicht mehr und nicht weniger. Davon verstehen Neurowissenschaftler und Pädagogen je Unterschiedliches, weshalb als Regel gelten sollte, dass der »gehirngerechte« Umgang mit Lernenden am ehesten von Pädagogen und Neurowissenschaftlern *gemeinsam* herauszufinden ist. Hierbei geben die Pädagogen freilich die Problem- und Fragestellungen vor.

### Was wissen wir über das lernende Gehirn – und was nicht?

Unser Wissen über das lernende Gehirn besteht zunächst aus überliefertem Alltagswissen, aus pädagogischen Arrangements wie Unterricht und Lernsituationen sowie 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) zu Stande kommen, ist unbekannt. Einige Voraussetzungen sind in der Tradition der Pädagogik und der Pädagogischen Psychologie seit etwa 200 Jahren bekannt; Neuromodulatoren erklären nicht das kognitive Konzept des Dreisatzes.

■ 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 ist erst nach vielen Wiederholungen im Langzeitgedächtnis dauerhaft verfügbar.

■ Details ohne Bedeutungskontexte vergisst das Gehirn rasch, abgesehen 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.

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

*Entspannte Atmosphäre, Spiel und Vertrauen* sind eine wichtige Voraussetzung dafür, dass sich Neugier und damit Kreativität entfalten können; ohne Leistungsstress und ohne Versagensängste. »Probier mal herum und protokolliere sorgfältig, was du bemerkst!« Für die Pädagogin Maria Montessori (1870–1952) war das selbstvergessene Spiel eines kleinen Kindes die Schlüsselszene für ihr pädagogisch-psycholo-

gisches Verständnis vom selbstbestimmten kindlichen Lernen. Sich einlassen auf Neugier setzt *Vertrauen* voraus: nicht nur keine Furcht erzeugen 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, um dem Gehirn die notwendige Zeit für die Speicherung von Informationen und Verknüpfung zu Bedeutungszusammenhängen zu geben. Der optimale Rhythmus von Anspannung und Entspannung ist in einem lehrerzentrierten Frontalunterricht nicht möglich, 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 elektrochemischen Impuls Inhalt und Bedeutung nicht voneinander 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 Lernfähigkeiten 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 begründete »Spaßpädagogik«: eine lust- und spaßbesetzte Leistungsherausforderung, die Erfolgserlebnisse vermittelt!

Das Gehirn praktiziert verschiedene Verfahren, um Gedächtnisinhalte zu ordnen: das deklarative Gedächtnis für Fakten, das semantische



für Bedeutungen, das prozedurale für Routineabläufe und Fertigkeiten, das emotionale für Gefühle. Sie bilden einen Funktionszusammenhang, das heißt sie stützen sich gegenseitig. Lehren im Sinn 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

***Neurowissenschaftler können prinzipiell keine konkreten inhaltlichen Unterrichtstipps geben. Darum geht es ihnen auch gar nicht, sondern um das Optimieren des Lernens***

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 sechs-

#### **SO KLAPPT SCHULE**

**Damit Schüler gern und effektiv lernen, müssen Pädagogen ihnen Herausforderungen stellen, die Spaß versprechen und vor allem Erfolgserlebnisse vermitteln.**

eckig«, »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 Bedeutun-

den vor, in und nach der Pubertät sehr unterschiedlich sind. Entwicklungspsychologen und -pädagogen müssen die entsprechenden Befunde der Neurowissenschaften zur Kenntnis nehmen und mithelfen aufzuklären:

## *Neues wird nur dann erfolgreich gelernt, wenn die Schüler an bereits Bekanntes anknüpfen können*

gen 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 nicht 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 verschafft 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 zu Tage, 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.

### **Wie weiter?**

Die Voraussetzungen und Prozesse erfolgreichen Lernens gelten in gleicher Weise im natürlichen wie im schulischen Lernen. Um diesen Befund der Neurowissenschaften darf sich die Pädagogische Psychologie schulischer Lehr-Lern-Arrangements nicht drücken. Des Weiteren muss sie beachten, dass Lernfähigkeit und Lernwilligkeit bei Kindern und Heranwachsen-

■ was der Umbau des Gehirns in der Pubertät bewirkt,

■ ob es höhere kognitive Leistungen (Erklären und Verstehen) ohne lehrende Anleitung zu vernetztem und begrifflichem Denken überhaupt geben kann (wohl eher nicht),

■ welche sozialen Beziehungen sich förderlich auf den Zusammenhang von Emotion und Kognition auswirken.

Schon jetzt ist offensichtlich, dass die üblichen Strukturen und Prozesse schulischen Lernens und die dortigen Formen der Leistungserbringung und -bewertung allen grundlegenden Einsichten der Neurowissenschaften widersprechen, wie sie seit einem Jahrhundert von reformpädagogischen, alternativen und freien Schulen erfolgreich praktiziert werden – auch ohne Kenntnisse von Botenstoffen, aber durchaus auf der Grundlage (im übertragenen Sinn) »bildgebender Verfahren«: der subtilen Beobachtung der lernenden Kinder und Schüler. Neurowissenschaften und Instruktionspädagogen müssen nicht nur gemeinsam ins Lernlabor, sondern vor allem in die alltäglichen Lernwerkstätten: Sandkasten und Leseecke, PC und Rollenspiel, Chor und Theater, Labor und Atelier, Frontalunterricht, Freiarbeit und Hausaufgaben. Dort muss die künftige gemeinsame Lernforschung ansetzen.

Pädagogen müssen stimulieren und inszenieren, was im Gehirn durch das Gehirn in Gang gesetzt werden soll. Zusammen mit Neurowissenschaftlern kann jeder mit seinen Methoden und Fragestellungen nachprüfen, was eine Intervention bewirkt hat – oder eben auch nicht: Der eine schaut nach Prozessen im Gehirn, der andere untersucht, wie Schüler lernen. Nur gemeinsam besteht die Chance, das Geheimnis von Lernen und Denken weiter zu lüften. ~

*Ulrich Herrmann war Professor für Historische, Theoretische und Schulpädagogik an den Universitäten Tübingen und Ulm.*

### **LITERATURETTIPPS**

**Bauer, J.:** Warum ich fühle, was du fühlst. Intuitive Kommunikation und das Geheimnis der Spiegelneurone. Hoffmann & Campe, Hamburg 2006.

**Bauer, J.:** Prinzip Menschlichkeit. Warum wir von Natur aus kooperieren. Hoffmann & Campe, Hamburg 2006.

**Bauer, J.:** Lob der Schule. Sieben Perspektiven für Schüler, Lehrer und Eltern. Hoffmann & Campe, Hamburg 2007.

**Bauer, J.:** Das Gedächtnis des Körpers. Wie Beziehungen und Lebensstile unsere Gene steuern. Piper, München/Zürich 2007.

**Herrmann, U. (Hg.):** Neurodidaktik. Grundlagen und Vorschläge für gehirngerechtes Lehren und Lernen. Beltz, Weinheim 2006.

**Hüther, G.:** Bedienungsanleitung für ein menschliches Gehirn. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen 2002.

**Roth, G.:** Fühlen, Denken, Handeln. Wie das Gehirn unser Verhalten steuert. Suhrkamp, Frankfurt/M. 2003.

**Spitzer, M.:** Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin 2002.