

BLAU GELB ROT GRÜN
SCHWARZ ROT GELB
GRÜN SCHWARZ BLAU
GELB GRÜN SCHWARZ
BLAU ROT GRÜN GELB
ROT SCHWARZ BLAU
GELB BLAU SCHWARZ
ROT GRÜN ROT GRÜN
SCHWARZ GELB BLAU
GELB GRÜN SCHWARZ
BLAU ROT GELB GRÜN
ROT SCHWARZ BLAU
GRÜN GELB BLAU ROT
SCHWARZ BLAU GRÜN

FARB-WORT-TESTBenennen Sie die *Schriftfarbe* jedes einzelnen Wortes nacheinander.

BESSER LERNEN

Lernen hinterlässt Spuren: im Gehirn und in der Bildungsbiografie eines Menschen. Mit diesen beiden Aspekten des Lernens beschäftigt sich dieses Dossier. Auf der einen Seite wird ausgeleuchtet, welche neurobiologischen Prozesse der Erwerb von Wissen auslöst. Auf der anderen Seite wird gezeigt, wie wir am erfolgreichsten lehren und lernen. Eine zentrale Rolle spielt dabei der Unterricht: Wie muss er konzipiert sein, damit möglichst viele Schülerinnen und Schüler Bildung positiv erleben und über das adäquate Wissen verfügen, um in der Arbeitswelt zu bestehen?

Für dieses Dossier hat der Grafiker Stefan Feuz eine Reihe von Denkaufgaben gestaltet: Sie bieten Gelegenheit, Ihre kognitiven Fähigkeiten spielerisch auf die Probe zu stellen.

28 «SCHÜLER SIND KEINE ERBSEN»

Neuropsychologe Lutz Jäncke erklärt, weshalb in der Schule zum falschen Zeitpunkt selektioniert wird

32 AUFRÄUMEN IM KOPF

Während wir tief schlafen, schafft das Gehirn Platz für Neues

36 DAS HIRN AUF TRAB HALTEN

Unser Denkorgan bleibt bis ins hohe Alter lernfähig – vorausgesetzt, wir trainieren es

41 DIE NEUE GRAMMATIK DES UNTERRICHTS

In den Schweizer Klassenzimmern zieht eine neue Lernkultur ein

44 «DIE SCHULE MUSS NEU GEDACHT WERDEN»

Wie die Volksschule ausgestaltet sein muss, damit alle davon profitieren

48 DEBATTIEREN IM VIRTUELLEN PARK

E-Learning hat das Lernen von Ort und Zeit befreit, revolutioniert wurde es nicht

51 SPIELEND LERNEN

Die Sachbuchautorin Verena Steiner formuliert drei Gebote für das erfolgreiche Lernen

«SCHÜLER SIND KEINE ERBSEN»

Die Neurowissenschaften können immer besser nachweisen, was beim Lernen im Hirn passiert. Trotzdem sollten sie sich aber nicht in die Bildungsdiskussion einmischen, findet Neuropsychologe Lutz Jäncke im Interview. Von Ruth Jahn

Herr Jäncke, haben Sie heute schon etwas gelernt?

LUTZ JÄNCKE: Ja. Ich habe eine falsche Software gekauft und damit ein klassisches Lernprinzip erlebt, nämlich aus Fehlern zu lernen.

Was macht uns ausser Fehlern sonst noch klug?

JÄNCKE: Es gibt eine ganze Serie von Lernarten, denn was wir lernen, wird je nach Lernart in unterschiedlichen Gedächtnissystemen abgelegt. Bewusst pauken wir zum Beispiel «kaltes Wissen» wie 1648, Westfälischer Friede oder H₂O für Wasser. Dieses Faktenwissen wandert in unser semantisches Gedächtnis. Auch Episoden verinnerlichen wir bewusst: Wer was wann wo getan hat, sind typische episodische Informationen.

Und wie lernen wir unbewusst?

JÄNCKE: Lernen, Fahrrad zu fahren, oder der Erwerb der Grammatik einer Sprache sind Beispiele für das unbewusste prozedurale Lernen. Wenn wir gefragt werden, warum auf «wegen» der Genitiv folgt, können wir es oft nicht explizit angeben, wir haben es einfach im Gefühl. Auch das perzeptuelle Lernen geschieht unbewusst: Wenn Sie mich übermorgen über die Fifth Avenue gehen sehen, denken Sie: Den hab ich schon mal gesehen, der passt aber so gar nicht nach New York. Dieses perzeptuelle Lernen kann uns Déjà-vu-Erlebnisse bescheren. Halbbewusst läuft das sogenannte Priming ab: Es ermöglicht uns, schon einmal Wahrgenommenes, zum Beispiel Muster oder Gerüche, schneller wiederzuerkennen.

Woher stammen solche Erkenntnisse über das Lernen und das Gedächtnis? Wohl nicht von den bildgebenden Verfahren der Neurowissenschaften.

JÄNCKE: Das ist genau der Punkt: Was wir heute im Wesentlichen über das Lernen wissen, ist konzeptuell durch die kognitive Psychologie erarbeitet worden. Diese Grundlagen versuchen wir heute an die Neurowissenschaften anzubinden. Ich bin Hirnforscher und kognitiver Psychologe, vereinige sozusagen beide Gebiete in meiner Person. Deshalb ärgere ich mich, dass häufig gesagt wird, die Neurowissenschaften hätten die Prinzipien des Lernens und des Gedächtnisses entdeckt. Das stimmt nicht: Diese Konzepte reichen bis in die 1950er- oder sogar bis in die 1920er-Jahre zurück.

Sie haben die Neuropädagogik, Neurodidaktik, Neurophilosophie auch schon etwas abfällig als Bindestrichwissenschaften bezeichnet.

JÄNCKE: Ich übe hiermit auch Selbstkritik, weil ich finde, dass man zurückhaltend sein sollte bei der Übertragung neurowissenschaftlicher Befunde. Aus der Bildgebung und der Biochemie des Gehirns ableiten zu wollen, dass sich nun eine neue Pädagogik entwickelt, halte ich für übertrieben. Auch für sinnlos. Denn das Wissen, dass dieses oder jenes Hirngebiet beim Lernen aktiv ist, kann man nur schlecht ins Klassenzimmer übertragen. Und man kann keinen grossen Vorteil daraus ziehen. Dabei drohen die viel relevanteren Ergebnisse der kognitiven Psychologie in den Hintergrund zu treten.

«Gefühle sind gute Gedächtnisverstärker, und: Wiederholung ist die Mutter des Lernens.»



Was hat die kognitive Psychologie denn zeigen können?

JÄNCKE: Die Vertreter der kognitiven Psychologie haben schon in den 1920er-Jahren des letzten Jahrhunderts hervorragende Lern- und Gedächtnisexperimente beim Menschen durchgeführt und teilweise noch heute gültige Befunde zu Tage gefördert. Ebbinghaus zum Beispiel, einer der Gründerväter der Psychologie, hat sinnlose Silben auswendig gelernt und überprüft, wie schnell er sie wieder vergisst. Daraus hat er dann «Vergessenskurven» berechnet. Andere Psychologen haben Verhaltensstudien bei Tieren durchgeführt und grundsätzliche Lernprinzipien wie die klassische und operante Konditionierung entdeckt. Oder sie haben plastische Veränderungen an den Gehirnen der trainierten Tiere festgestellt.

Welche konkreten Lehren könnte die Schule und könnten Eltern daraus ziehen?

JÄNCKE: In der Schule gilt es meist explizites Wissen zu erwerben. Um solches effizient und nachhaltig im Langzeitgedächtnis zu verankern, muss das neu Gelernte in bestehende Wissensnetzwerke eingefügt werden. Das erfordert vernetztes Lernen. Konkret sollte man deshalb Schüler etwa dazu veranlassen, den Stoff semantisch zu analysieren und in Zusammenhänge einzusortieren. Hilfreich sind auch Anknüpfungen an Emotionen – Gefühle sind gute Gedächtnisverstärker. Und: Wiederholung ist die «Mutter des Lernens».

Die modernen Neurowissenschaften mit ihren bildgebenden Verfahren bieten dafür aber Einblick ins Zentrum des Geschehens: ins Gehirn.

JÄNCKE: Das bringt uns tatsächlich einen grossen Schritt weiter: Heute können wir das Gehirn, während es lernt oder erinnert, betrachten. Mit der funktionellen Magnetresonanztomografie sehen wir, welche Gebiete stark oder schwach durchblutet sind, wenn man gut lernt oder wenn man schlecht lernt. Aber die Durchblutung ist eher ein sekundäres Phänomen unseres Gehirns, mit ihr messen wir bloss die Begleitumstände vor und nach der neuronalen Gehirnaktivität. Denn die Hirnaktivität ist im Wesentlichen ja elektrisch. Deshalb kon-

zentrieren wir uns mehr auf die Hirnstrommessung mit EEG: Mit dieser Methode können wir die in einem Hirngebiet generierten elektrischen Aktivitäten auf die Millisekunde genau zurückrechnen. Zudem erlaubt uns die Magnetresonanztomografie strukturelle anatomische Untersuchungen von mehr oder weniger bleibenden Veränderungen im Gehirn. Wir sehen etwa, wie sich im Zuge des Lernens Hirnregionen strukturell verändern, die das Gedächtnis repräsentieren.

Offenbaren sich Ihnen im Tomografen der Beschränkte und das Genie?

JÄNCKE: Nicht wirklich. Es gibt nicht das typische Gehirn eines Genies. Ebenso wenig kann man den typischen «Beschränkten» erkennen. Was mich interessiert, ist vielmehr die Frage, wie Expertise das Gehirn funktionell verändert – also das Aneignen von Wissen und die Könnerschaft als Folge von Training. Bei Musikern, die wir eingehend untersucht haben, sieht man: Hirngebiete, die sie beim Musizieren nutzen, werden mit dem Üben makroanatomisch dicker und dichter, und auch die Kabelsysteme der Nerven verändern sich. Mit einer recht grossen Treffsicherheit kann man alleine anhand einiger struktureller Hirnmerkmale Pianisten und Streicher auseinanderhalten. Auch absolut hörende Musiker sind gut an bestimmten anatomischen Eigenarten des Hörkortex erkennbar.

Steigert Übung auch die Durchblutung der entsprechenden Hirnregionen?

JÄNCKE: Nein, im Gegenteil: Die Durchblutung der Hirngebiete, die mit der geübten Funktion zu tun haben – etwa die Handmotorareale bei Musikern –, reduziert sich durch das Üben. Das Training scheint also die neuronale Aktivität herabzusetzen. Und im Zuge dieser Effizienzsteigerung sieht man, dass andere Hirngebiete plötzlich zusätzlich aktiv werden, die vorher nicht aktiv waren. Profimusiker können also, während sie ihre motorische Kontrolle ausüben, noch etwas zusätzlich machen.

Wird so Multitasking möglich?

JÄNCKE: Ja, so scheint es: Bei einem Musiker sind viele motorische Prozesse automa-

tisiert. Dafür kann der Musiker sich dann anderen Bereichen widmen, zum Beispiel der gehörten Musik oder den Anweisungen des Dirigenten.

Geben Sie uns bitte einen kurzen Crashkurs «Neuropsychologie für Pädagogen»!

JÄNCKE: Meine erste Botschaft wäre: Das kindliche Gehirn reift noch. Lehrer sollten wissen, dass psychologische Funktionen, die für die Schule von grosser Bedeutung sind, sehr langsam reifen. Besonders: Konzentrationsfähigkeit und Selbstdisziplin, die Fähigkeit, Relevantes von Irrelevantem zu unterscheiden, das Planen und Vorausschauen sowie die Emotionskontrolle. Diese Funktionen sind im Frontalkortex, also im Stirnhirn lokalisiert und das ist eben ein spät reifendes System: Es reift bis ins 18., 20. Lebensjahr. Meine zweite Botschaft: Es gibt hierbei einen Geschlechtsunterschied. Das Stirnhirn von Mädchen hat durchschnittlich eineinhalb Jahre Vorsprung. Und tatsächlich sind Mädchen gerade im peripubertären Alter oft selbstdisziplinierter, konzentrierter und so weiter.

Welche Schlussfolgerungen sollten Pädagogen hieraus ziehen?

JÄNCKE: Wenn diese Funktionen, die man in unserem Schulsystem und besonders fürs Gymnasium braucht, noch reifen müssen, macht

ZUR PERSON

Lutz Jäncke (52) ist Professor für Neuropsychologie an der Universität Zürich. Er beschäftigt sich mit kognitiver Psychologie und erforscht – unter anderem mit bildgebenden Verfahren – die Plastizität des Gehirns. Sein Hauptinteresse gilt dem Lernen und dem Gedächtnis. Lutz Jäncke untersucht auch den Einfluss von Musik auf das Gehirn – der Titel seines neuesten Buches lautet «Macht Musik schlau?» (Huber, Bern 2008). Studierende haben den Hochschullehrer bereits mehrfach für seine herausragenden Vorlesungen ausgezeichnet.

KONTAKT l.jaencke@psychologie.uzh.ch

es keinen Sinn, Kinder so früh zu selektionieren. In der Schweiz geschieht dies ja meist bereits in der 6. Klasse, das heisst mit etwa 12 Jahren. Das ist perfekt der falsche Zeitpunkt. Die Hirnforschung zeigt nämlich weiter, dass sich das Gehirn speziell in dieser Zeit, zwischen 11 und 14 Jahren, in einer radikalen Umbauphase befindet: Der Frontalkortex ist praktisch in «heller Aufregung», es ist die schlimmste Phase im Leben eines Kindes. Ich hab das auch an meinen beiden Jungen erlebt, der grössere ist 19 und hat das glücklicherweise schon hinter sich – der kleinere steckt mit seinen 15 Jahren noch mittendrin.

Sind Sie gegen Selektion?

JÄNCKE: Nein, ich bin dafür. Aber in unserem Schulsystem ist sie zu hart, zu einseitig und kommt viel zu früh.

Was würden Sie den Schweizer Erziehungsdirektorinnen und -direktoren raten?

JÄNCKE: Selektion ist kein Ausbildungsprinzip. Und Kinder sind keine Erbsen, die man aussortieren muss, sondern man sollte sie bilden und formen.

Kommen bei zu frühen Übertrittstests quasi auch die «Falschen» ins Töpfchen – um beim Bild der aussortierten Erbsen zu bleiben?

JÄNCKE: Das muss nicht sein, kann aber. Denn bei einer frühen Selektion werden vor allem die Startbedingungen erfasst, das heisst unter anderem, aus welchem Elternhaus ein Kind kommt und welches Geschlecht es hat. Wenn ein Kind also mehr mitbringt oder schneller reift, wird es mit grösserer Wahrscheinlichkeit die Aufnahmeprüfung für das Gymnasium schaffen. Und dann dauernd dieser Druck: Kinder haben ständig Angst, schlechte Prüfungen zu schreiben oder provisorisch zu werden und rauszufliegen. Während der ersten Schuljahre herrscht ein «Vogel friss oder stirb»-Prinzip.

Wie können Eltern der langsamen Reifung kognitiver Funktionen wie der Selbstdisziplin Rechnung tragen?

JÄNCKE: Eltern sollten ihre Kinder zunächst einmal nehmen, wie sie sind. Dann müssen



«Zwischen dem 11. und dem 14. Altersjahr wird das Gehirn umgebaut, das ist der falsche Zeitpunkt für die schulische Selektion.»

sie quasi den fehlenden Frontalkortex der Kinder «ersetzen», das ist Erziehung. Auch müssen sie den Kindern Möglichkeiten zum Üben der psychischen Funktionen geben, die im Frontalkortex lokalisiert sind: zum Beispiel Konzentration, Selbstdisziplin und Selbstkontrolle. Denn der Modelleur des Reifungsprozesses ist Erfahrung. Kinder brauchen Inputs, Stimulationen, gute Modelle, Vorlagen und Möglichkeiten zum Wissenserwerb und zur Wissensanwendung!

Welche Art von Stimulation brauchen Kinder und Jugendliche?

JÄNCKE: Ein Kind, das alles bekommt, was es will – Playstation, Fernsehen und Computer –, wird im Reifungsverlauf nie üben, selbstdiszipliniert zu sein, zu planen. Das heisst, diese Funktionen werden auch nicht implementiert. Wenn Kinder alles bekommen, ohne dafür eine Gegenleistung zu erbringen, erzieht man sie zu Lustmenschen. Das kann sich dann zur Wohl-

standsverwahrlosung entwickeln. Bei der Reifung des Frontalkortex müssen die Nervenzellverbände, die für die Kontrolle der Selbstdisziplin verantwortlich sind, geformt werden. Dies funktioniert nach dem Prinzip «fire together – wire together». Das bedeutet, dass Nervenzellgruppen, die gemeinsam feuern, ihre Verbindungen stärken.

Brauchen Kinder einen gewissen Druck, um zu lernen?

JÄNCKE: Erfolg und Mühe gehören schon zusammen. Selten gelingt das Lernen quasi nebenbei.

Aber Drill ist dem Lernen auch nicht gerade förderlich.

JÄNCKE: Klar: Je mehr Freude man an einer Fragestellung hat, desto mehr Eigenmotivation kann man entwickeln. Das hat aber auch mit Selbstdisziplin zu tun. Aus der Motivationspsychologie wissen wir, dass wir dann besonders

gut sind, wenn wir uns selbst das Anspruchsniveau stecken und es erfüllen. Das ist der Clou beim Lernen. Und wir müssen uns immer und immer wieder mit einer Sache auseinandersetzen – das kostet Kraft. Wenn Kinder Vokabeln und fünf Stunden in der Woche Deutsch lernen oder sechs Stunden Englisch, dann ist das nicht zu viel, das ist doch kein Drill. Vor allem, wenn man sich den Gewinn vergegenwärtigt, den die Kinder nach dem Lernen haben. Aber: Die Ziele, die beim Lernen angestrebt und erreicht werden, müssen den Lernenden immer klar sein. Drill ist nachweislich die schlechteste Form des Lernzugangs. Doch selbst dann, wenn man Spass am Lernen hat, ist mit dem Lernen immer ein gewisses Mass von Anstrengung verbunden.

Ein wichtiger Befund der Neurowissenschaften ist die bisher unterschätzte Plastizität des Gehirns: Es dauert zwar länger, aber auch Senioren können noch Sprachen lernen. Wird vor diesem Hintergrund Frühförderung nicht obsolet?

JÄNCKE: Förderung kann nicht früh genug beginnen. Frühenglisch in der dritten oder fünften Klasse: Das ist Spätenglisch. Schon kleine Kinder können mit Zahlen und Buchstaben umgehen und drei Sprachen lernen. Das ist nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll. Das bedeutet allerdings nicht, dass unsere Kinder bereits im Uterus lernen sollen. Ein spielerischer Umgang mit kulturellen Informationen im Kindergarten ist dagegen sehr sinnvoll. Schliesslich wollen wir unsere Kinder auf eine globalisierte Welt vorbereiten. Und wir sollten ihnen Alternativen aufzeigen zu den beliebigen Inhalten der omnipräsenten Medien: Wie viele Jungen und Mädchen wollen heute Popstar oder Schauspieler werden. Da braucht es ein Gegengewicht.

Kann es auch der Förderung zu viel sein?

JÄNCKE: Nicht allein durch Expertisenerwerb werden Kinder schlau. Sie müssen auch Freiheiten entwickeln, mit dem erworbenen Wissen etwas zu tun, kreativ zu sein. Diese zwei Seiten der Medaille – Wissenserwerb und kreative Anwendung von Wissen – muss die

Schule und müssen Eltern hinbekommen, denn beides ist wichtig. Wenn Kinder sich immer bloss Wissen aneignen sollen, tötet man ihre Kreativität.

Was ist für Sie eine gute Schule?

JÄNCKE: Mir hat das alte britische Schulsystem immer gefallen, das auch Vorbild für viele privaten Schulen ist. Oder auch die skandinavischen Schulen. Was diese Schulen gut machen: Neben den Inhaltsfächern, die teilweise sehr streng sind, haben kulturelle Fächer einen hohen Stellenwert: Musik, Philosophie, Sport, Schauspiel.

In den Schweizer Stundenplänen fristen diese Fächer eher ein Dasein als Frei- oder Nebenfach. Verpassen die Schülerinnen und Schüler deshalb etwas?

JÄNCKE: Mit Theater, Sport und ganz besonders Musik trainieren Kinder spielerisch übergeordnete Metafunktionen wie Selbstdisziplin,

Aufmerksamkeit, Planung, Belohnungsaufschub und zum Teil auch Sozialverhalten. Kinder erleben dabei Erfolge und sind stolz auf die eigene Leistung: Sie spielen ein Instrument, sind Teil eines Orchesters, steigern ihre sportliche Leistung und so weiter. Und es ist doch interessant, etwa geschichtliche Fakten mit Kunst und Philosophie in Verbindung zu bringen. Versteht man griechische Geschichte nicht besser, wenn man gleichzeitig die Philosophie und Kunst der Epoche kennt? Der berühmte Neuropsychologe Donald O. Hebb hat einst sinngemäss formuliert, dass man bessere Antworten auf existenzielle menschliche Fragen findet, wenn man sich mit den Geisteswissenschaften – Kunst, Literatur, Geschichte – auseinandersetzt, statt alleine Gehirnfunktionen zu analysieren. Auch in unserer Disziplin ist vernetztes Denken gefordert.

Herr Jäncke, ich danke Ihnen für das Gespräch.

«Förderung kann nicht früh genug beginnen. Frühenglisch in der dritten oder fünften Klasse: Das ist Spätenglisch.»

