

Kindergartenkinder beim Zahlenlernen
(in Lahr)



FRANK SCHULTZE / ZEITENSPIEGEL

„Guten Morgen, liebe Zahlen“

Jeder Lernvorgang verändert das Gehirn. Hirnforscher helfen inzwischen den Pädagogen bei der Entwicklung neuer Lernstrategien. Die zentrale Botschaft der Neurodidaktiker: Kinder können schon sehr früh auch komplexe Dinge lernen, wenn sie ihnen nur bunt und alltagsnah präsentiert werden.

Die wirklich Begabten begreifen schon beim zweiten Mal: sobald der Pieps ertönt – hüpfen. Doch auch die Minderbemittelten kapieren schnell. Wenn sie nicht rechtzeitig springen, folgt die Quittung auf dem Fuß: Stromschläge fahren ihnen in Ferse und Zehen.

Der eigenwillige Unterricht im Plattenbau am Magdeburger Stadtrand gehorcht einem einfachen Muster: Lernerfolg durch Wiederholung und Strafe. Die Methode, pädagogisch nicht ganz zeitgemäß, funktioniert prächtig. Nach einiger Zeit kriegen selbst größte Stoffel zuverlässig den Hintern hoch.

Die Schüler, die hier das Hüpfen lernen, sind keine Masochisten. Es sind Rennmäuse in einem Hirnforschungslabor. Und was die Wissenschaftler interessiert, ist

weniger der Lernerfolg selbst als vielmehr das Glücksgefühl, mit dem das Aha-Erlebnis verbunden ist. Die Versuchstiere entdecken, dass der lästige Fußkitzel ausbleibt, wenn sie zeitgleich mit dem Piepton in die Luft hopsen. „Und selbständig eine Lösung zu finden bereitet ihnen offensichtlich ungeheure Lust“, erklärt Henning Scheich, Direktor am Leibniz-Institut für Neurobiologie, Zentrum für Lern- und Gedächtnisforschung in Deutschland (Seite 76).

Scheich kennt die wohligen Gefühle seiner Zöglinge genau. Denn mit Hilfe haarfeiner Sonden im Kopf der Rennmäuse kann er winzige Mengen Hirnflüssigkeit untersuchen. Diese Tröpfchen erzählen eine Menge über die Wirkung von Erfolg: Jedes Mal, wenn eine Maus rechtzeitig hüpfte, schüttete ihr Gehirn verstärkt Dopa-

min aus. Mit diesem körpereigenen Opiat belohnt sie sich selbst.

Führt Lernen also zu einem dauerhaften Glücksrausch? Verlangt das Hirn nach immer neuem Lehrstoff, um seinen Dopamin hunger befriedigen zu können? Pädagogen müssten dieses Ergebnis in Verzückung versetzen, lässt es doch die Schule nicht als Folterkammer für gepeinigter Pennäler erscheinen, sondern als staatliche Beglückungsanstalt.

Wieso nur, fragt sich dann, geht es in Menschenschulen nicht zu wie im Magdeburger Mäusegymnasium? Warum quälen sich tagein, tagaus Hunderttausende deutscher Schüler mit Vokabeln, Formeln und Versagensängsten, während die Tiere nach einem erfolgreichen Sprung einfach ihr internes Lernbelohnungssystem anschmeißen?

Wie Lernen neuronale Strukturen bildet

Die Entwicklung der Synapsen im Gehirn

Elektrische Impulse
z. B. durch Sinnes-
eindrücke

Nervenzellen
Synapsen

Beim Neugeborenen sind die **Nervenzellen** wie ein gleichmäßiges, dichtes **Netz 1** verbunden, das Impulse in alle Richtungen weiterleitet. Bis zum 2. Lebensjahr nimmt die Zahl dieser Verbindungen (**Synapsen**) zu. Mit dem Prozess des **Lernens 2**, der Häufung der Impulse in bestimmten Bahnen, **verstärken** sich die Synapsen. Die weniger genutzten verkümmern. Je vielfältiger die Anregungen sind, desto komplexere Strukturen bilden sich. Dieser Prozess ist im Wesentlichen mit der Pubertät **abgeschlossen 3**; danach steht dem Lernenden weitgehend nur das bis dahin gebildete Netz zur Verfügung.

Computerdarstellung einer Nervenzelle im Gehirn

Scheich ist überzeugt davon, dass auch Menschen auf Lernerfolge mit Begeisterung reagieren: „Ein Kind lernt dann am besten, wenn es Aufgaben selbständig löst. Das Lustgefühl, das damit einhergeht, ist nachhaltiger als jede Belohnung von außen – anders, als viele Erziehungswissenschaftler meinen.“

Lehrer müssten mehr über die Funktionsweise des Gehirns wissen, findet auch Gerhard Roth, Neurowissenschaftler an

der Universität Bremen und Rektor des Hanse-Wissenschaftskollegs in Delmenhorst. Jeder Lernvorgang gehe mit einer Veränderung des Gehirns einher. Deshalb könne besser lehren, wer versteht, wann es warum zu dieser Änderung kommt. „Viele Pädagogen hingegen“, sagt Roth, „meinen noch immer, es reiche, den Schülern einfach dreimal dasselbe zu erzählen.“

Der Mathematikdidaktik-Professor Gerhard Preiß von der Universität Freiburg

hat schon vor Jahren ein Konzept entwickelt, das er Neurodidaktik nennt – Wissensvermittlung, die den Reifungsprozess im kindlichen Gehirn berücksichtigt. Doch viele Lehrer und Erzieher gebärden sich sperrig. Immer wieder macht Preiß die Erfahrung, dass die traditionell geisteswissenschaftlich ausgerichteten Pädagogen sich schwer damit tun, naturwissenschaftliche Erkenntnisse als relevant zu akzeptieren.

Zwar verbieten Ethik und Gesetz invasive Hirnexperimente am Menschen. Doch die Forscher wissen aus Tierversuchen, dass komplexe Gehirne, gleichgültig ob sie Säugern, Vögeln oder Tintenfischen gehören, auf ähnliche Weise lernen. In ihren Köpfen laufen vergleichbare Prozesse ab, wenn sie abstrahieren, generalisieren und ihre Umwelt in Kategorien wie klein und groß, laut und leise aufschlüsseln. Die grundlegenden neuronalen Mechanismen sind universell – von der Meeresschnecke bis zum Menschen.

Lernen bedeutet, Informationen so im Gehirn zu verankern, dass sie jederzeit abrufbar sind. Die größte Schwierigkeit stellt sich dabei an einer Stelle, an der sie die wenigsten Pädagogen vermuten: Das Gehirn

Gedächtnisforscher am Leibniz-Institut für Neurobiologie*: Glücksrausch durchs Lernen



* In Magdeburg; die Wissenschaftler messen biochemische Prozesse im Hirn von Mäusen bei Lernexperimenten.

muss sich davor schützen, zu viel zu lernen. Denn Sekunde um Sekunde wetteifern unermesslich viele Eindrücke und Wahrnehmungen um seine Aufmerksamkeit. Würden sie alle gespeichert – das Hirn wäre binnen kürzester Zeit von einer Flut sinnlosen Datenmülls lahm gelegt.

Deshalb muss es vor allem zwei schwierige Aufgaben bewältigen: Wichtiges von Unwichtigem unterscheiden und Kategorien bilden. Zunächst destilliert das Gehirn aus all den Gedanken und Ideen, Sinnesreizen, Empfindungen und Erlebnissen jenen winzigen Teil heraus, den es für wichtig genug befindet, im Gehirn niederzulegen und erinnert zu werden. Diesen Extrakt gilt es dann zu ordnen. Denn nur für denjenigen, der im Boskop, im Cox Orange und im Granny Smith die Kategorie „Apfel“ zu erkennen vermag, ergibt die Welt einen Sinn.

Ein Dreijähriger graviert täglich bis zu 30 neue Wörter unwiderruflich in sein Nervengeflecht.

Die gewaltige Arbeit des Filterns und Sortierens wird vom Netzwerk der rund 100 Milliarden Nervenzellen im Kopf vollbracht, die wiederum an insgesamt rund 100 Billionen Kontaktstellen („Synapsen“) miteinander verknüpft sind. Jeder Eindruck, jeder Reiz, jeder Sachverhalt, dem ein Mensch sich aussetzt, verändert dieses fein gesponnene Netz, indem er bestimmte Neuronenverbindungen stärkt und andere abschwächt.

Die Hirnforscher gehen dabei davon aus, dass sich die Reifung des Neuronennetzes in zwei Stufen vollzieht: Während der Kindheit wird gleichsam der Schaltplan der Nervennetzung erstellt. In dieser Zeit entscheidet sich, welche Neuronen mit welchen verdrahtet sind. Damit sind grob die Bahnen festgelegt, in denen der Erwachsene später denken wird.

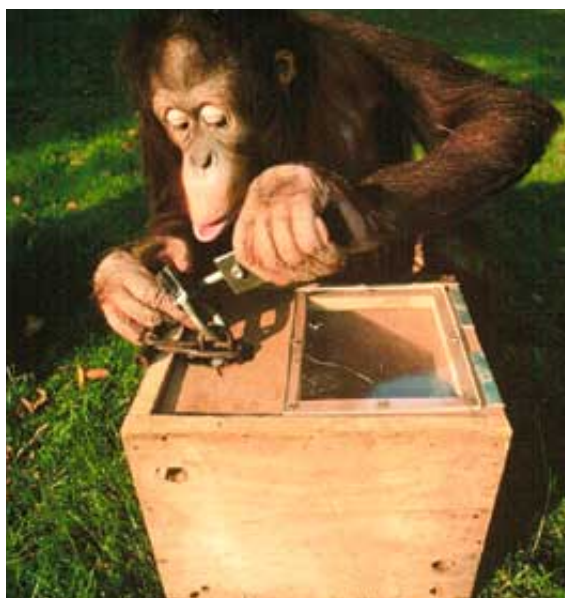
Bis zum Ende der Pubertät reift das Gehirn heran, dann ist das Netz feingeknüpft. Lernen besteht nun zumeist nur noch darin, bereits vorhandene Synapsen zu stärken oder zu schwächen. Gänzlich neue Nervenverbindungen hingegen werden nur noch selten hergestellt. Deshalb haftet Wissen um so schlechter im Gedächtnis, je später es erworben ist.

Macht sich etwa ein Erwachsener daran, eine neue Sprache zu lernen, so verarbeitet sein Kopf die neuen Wörter und Regeln auf den schon angelegten, für Spracherwerb zuständigen Neuronenpfaden. Deswegen wird, wer des Spanischen mächtig ist, verhältnismäßig leicht das verwandte Italienisch meistern können. Mit dem Russischen hingegen, dass sich mit dem Spanisch-Schaltkreisen schlecht fassen lässt, tut er sich schwer.

Aus diesem Grund fordern die Hirnforscher, die Synapsen möglichst früh und vielseitig zu fordern: Wer zweisprachig aufwächst, verschränkt seine Nervenzel-



Maus mit gentechnisch verbesserter Gedächtnisleistung



Orang-Utan lernt, Flaschen aus verschlossenen Kisten zu nehmen



Golden Retriever trainiert, Türen für Rollstuhlfahrer zu öffnen

Tiere im Lernversuch
Die Vorgänge im Gehirn sind universell

len ein für alle Mal so, dass er Deutsch und Russisch bis ins hohe Alter beherrscht – und obendrein noch dritte Sprachen umso leichter lernen kann. Wer von klein auf musiziert, entwickelt Netzwerke im Gehirn, die auch für „Musik hören“ und „Musik genießen“ zuständig sind. Und wer bis zum Abitur in Schwaben ausharrt, wird sein Leben lang die Dialektfärbung nicht los.

Unersättlich sucht das Kinderhirn nach Neuem. Ein Dreijähriger graviert täglich bis zu 30 neue Wörter unwiderruflich in sein Nervengeflecht. „Das Gehirn will in der Phase von drei bis sieben Jahren unendlich viel aufnehmen“, sagt Hirnforscher Roth.

Seine Zukunft liefert deshalb all jenen Rückendeckung, die nach den katastrophalen Ergebnissen der Pisa-Studie ein Ende der Kuschelpädagogik ausgerufen haben. Die lieben Kleinen sollen möglichst früh ihr Denken schulen (Seite 78).

„Spätestens in der Grundschule“, so der Magdeburger Lernforscher Scheich, „könnten Kinder in Mathematik und Naturwissenschaften viel grundlegendere Fähigkeiten erwerben.“ Als Mitglied der von Bundesbildungsministerin Edelgard Bulmahn 1999 gegründeten Expertentruppe „Forum Bildung“ hat er „merkwürdige Ängste“ ausgemacht, Kinder zu überfordern. „Natürlich kann ein Dreijähriger keine mathematischen Beweise führen. Aber spätestens wenn er ein Stück Schokolade in zwei Hälften teilt, entwickelt er ein Verständnis für Zahlen und das Prinzip der Teilbarkeit.“

Solche Einsicht spricht Neurodidaktiker Preiß und seinem Habilitanden Gerhard Friedrich aus der Seele. Im badischen Lahr erproben die beiden gerade eine Art vorgezogenen Mathe-Unterricht für den Kindergarten. „Entdeckungen im Zahlenland“ heißt das Projekt, in dem Vier- bis Fünfjährige sich einmal pro Woche eine Stunde lang mit einer neuen Zahl beschäftigen.

Die Erkundungen folgen einem strikten Ritual. Erst einmal setzen sich die Kleinen im Turnraum auf Bänke. Preiß – groß, weißhaarig und Inbegriff souveräner Güte – steht vor ihnen wie im Frontalunterricht. Am Anfang gilt es, einen Moment lang ganz still zu sein: Zur Neurodidaktik

DPA (O.); REISER / BILDBERG (M.); SCHMITZ / BILDBERG (M.)



WOLFGANG M. WEBER

Schüler als Lehrer im Französischunterricht*: „Die Voraussetzung für Lernen ist Höflichkeit und Respekt“

gehört, dass sich zunächst Konzentration einstellt.

„Guten Morgen, liebe Zahlen“, krähen 15 Kehlen. Der vierjährige Tobias zählt, ob alle da sind; dann wird es gemütlich.

Jedenfalls für die Zahlen: Ihre Wohnungen, auf dem Boden liegende Hula-Hoop-Reifen, bekommen Besuch von Inneneinrichtern. Caroline kümmert sich um das Zuhause der 1; Lutz und Tobias um die Wohnung der 2; Pascal, Anne und Stefan richten Apartment Nummer 3 ein. Eifrig schaffen sie die Möbel heran: gelbe Tennisbälle, Steine und Klötze. In jede Wohnung kommen jeweils so viele Exemplare, wie die Hausnummer hoch ist. Zwischendurch erscheint – die Kinder quietschen begeistert – der Fehlerteufel. Mathematiker Friedrich huscht mit roter Diavolo-Kappe herum und bringt alles durcheinander.

Mathematik sei einfacher zu erlernen als die komplexe Syntax und Grammatik einer Spra-

che, meint Preiß. Er schleppt Käfer und Blumen zum Beine- und Blütenzählen mit in den Hort, Abzählreime und Lieder. „Ist man nett genug zu den Zahlen, sind sie auch nett zu uns.“

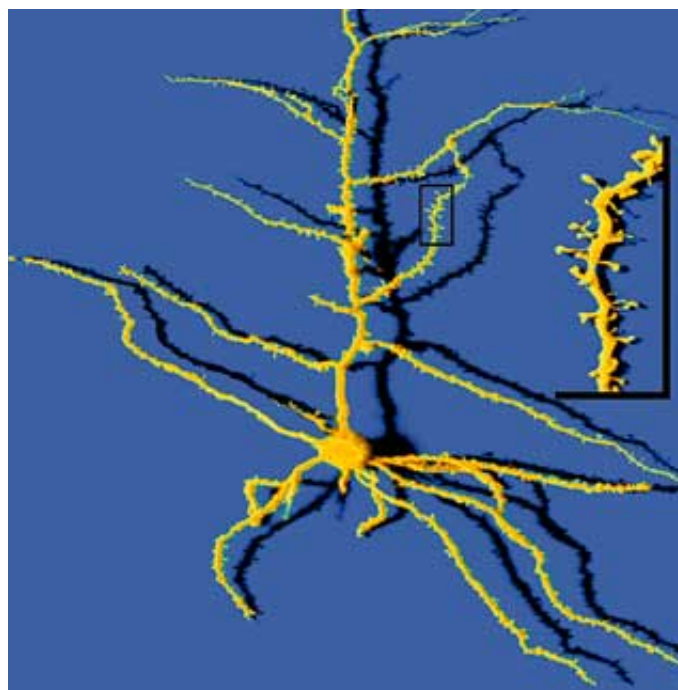
Kindgerechter kann Zahlenlehre kaum sein. Und entsprechend groß ist der Erfolg: Nach zehn Sitzungen – jede Stun-

de kommt eine neue hinzu – gehören die Zahlen so selbstverständlich zum Leben der Vierjährigen wie ihre Teddybären. Der Grundschul-Lehrplan sieht für den Zahlenraum 1 bis 20 das ganze erste Jahr vor.

Dass Grundschüler gerade da, wo es laut Pisa besonders hapert, mit Leichtigkeit mehr leisten könnten, belegen die Studien von Elsbeth Stern. Die Entwicklungspsychologin am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin hat in mehreren Versuchen nachgewiesen, dass Kinder weit früher als gemeinhin angenommen physikalische Gesetze begreifen können.

Viertklässler beispielsweise verstanden nicht nur das Konzept der Dichte als Masse pro Volumen, sie waren sogar fähig, dies in einem Koordinatensystem darzustellen. Linearen Funktionen begegnen die Schüler gemäß Lehrplan erst in Klasse acht.

Noch früher können Kinder offenbar ihr „additives Misskonzept“ überwinden und damit einen selbst unter Erwachsenen verbreiteten Denkfehler loswerden: In einem Experiment sollten Neunjährige begreifen, dass sich „zwei zu vier“ ganz an-



LEIBNIZ-INSTITUT FÜR NEUROBIOLOGIE

Ausschnitt einer Nervenzelle im Gehirn*: Fein gesponnenes Netz

* Oben: am Willibald-Gymnasium in Eichstätt; in Form eines Theaterspiels unterrichten die Schüler sich gegenseitig, der Lehrer Jean-Pol Martin verfolgt das Stück vom Boden aus; unten: Computerdarstellung der räumlichen Struktur; Form und Größe der Dörnchen (Ausschnitt) sind das Ergebnis vorangegangener Lernprozesse.



Trampolinspringen mit einem Sporttrainer in der Turnhalle

Werksunterricht bei BMW

„Arenen“-Unterricht der Ferdinand-Freiligrath-Oberschule in Berlin mit Profis aus dem Berufsleben: Was letztlich im Langzeitgedächtnis

ders verhält als „vier zu sechs“, obwohl die Differenz in beiden Fällen gleich groß ist.

Ein Grundkurs im Cocktailmixen brachte sie weiter: Ein paar Nachmittage lang verquirelten die Kinder Orangen- und Zitronensäfte, immer auf der Suche nach dem identischen Geschmack. Bald hatten sie heraus, was das Prinzip „Verhältnis“ bedeutet: Zwei Gläser Zitronen- und vier Gläser Orangensaft schmecken gemischt genauso wie viermal Zitrone mit achtmal O-Saft. Viermal Zitrone mit sechsmal Orange hingegen schmeckt zum Stehenlassen sauer. Anschließend stellten die Kinder das Saft-Verhältnis mit zitronengelben und orangenroten Eisenmuttern auf einer Balkenwaage dar.

„Dass viele Menschen nie lernen, formal zu denken, ist Schuld der Grundschule“, sagt Stern. „Zu viele Pädagogen hängen an den überkommenen Thesen Jean Piagets“, meint sie. Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte der Schweizer Forscher die geistige Reifung eines Kindes in verschiedene Phasen aufgeteilt und damit die Grundlage der Entwicklungspsychologie gelegt. Seither, klagt Stern, habe der allzu starre Glaube an die Entwicklung in Stufen zu einer systematischen Unterschätzung kindlicher Talente geführt.

So hatte Piaget in einem klassischen Experiment Schulkinder hinters Licht geführt, indem er Wasser aus einem breiten Glas in ein schmaleres umfüllte. Als sie darauf beharrten, das schlankere enthalte wegen des nun höheren Pegels mehr Wasser, sprach

Piaget Grundschulern kurzerhand die Fähigkeit zu formalem Denken ab.

Die Berliner Wissenschaftlerin hält das für Quatsch und Lernen für „den wichtigsten Mechanismus geistiger Entwicklung“. Oft könnten Kinder mit ganz erstaunlichen Leistungen verblüffen – wenn es nur gelingt, ihre Neugierde zu wecken. „Hätten sie das Wasser zum Beispiel eigenhändig umgeschüttet“, sagt sie, „wären sie zu einem anderen Ergebnis gekommen.“

Stern, Preiß und Friedrich berufen sich auf eine fundamentale Erkenntnis der Lernforschung: Kinder erwerben in rasanter Geschwindigkeit Wissen, wenn sie dabei möglichst viel selbst ausprobieren und mit Gegenständen experimentieren, die sie aus ihrem Alltag kennen.

Möglichst handfeste, praxisnahe Didaktik verfährt auch deshalb so gut, weil es damit am ehesten gelingt, das natürliche Misstrauen zu überwinden, das jedem Gehirn eigen ist. Denn Denken ist energieintensiv: Um den Betrieb im Kopf aufrechtzuerhalten, verbraucht ein Mensch 18 Prozent seines täglichen Kalorienbedarfs, bei Kleinkindern liegt dieser Anteil sogar bei bis zu 50 Prozent. „Das Gehirn fragt sich deshalb vor jedem Lernakt unbewusst: Lohnt sich das überhaupt?“, erklärt Neurowissenschaftler Roth.

Ein fataler Irrtum sei deshalb die Vorstellung, Lernen dürfe, nur weil es oft

spielerisch aussieht, nicht anstrengen. Allzu viel Entspannung oder allzu große Nachsicht mit Faulheit führten zu nichts: „Da sagt das Gehirn nur: Mir geht es gut, alles bestens, warum soll ich jetzt ackern?“

Stattdessen müssen die neuronalen Schaltkreise im Schülerhirn immer aufs

Neue davon überzeugt werden, dass sich das Lernen lohnt. In die Kosten-Nutzen-Analyse fließen dabei vor allem die zuvor gemachten Erfahrungen ein: Erinnerung an etwas Interessantes, werden die Botenstoffe Dopamin und Acetylcholin vermehrt ausgeschüttet, verstärken die Aufmerksamkeit und machen Lust auf mehr. Das Gehirn will sich verführen lassen – und das gelingt am besten, wenn man an das anknüpft, was es schon weiß.

„Natürlich gibt es genetisch bedingte Vorlieben“, sagt Roth. Ein Schüler, der den Französischunterricht hasst, sei oft sehr schwer für diese Sprache zu begeistern. „Egal wie viel Mühe er sich gibt: Sein Gehirn vermittelt ihm permanent das Gefühl quälender Mühsal.“ Umgekehrt kann eine angeborene Neigung zu überwältigenden Lernerfolgen führen.

Im Schulalltag macht den Lehrern vor allem die erste Gruppe zu schaffen: Wie schafft es der Französischhasser, wenigstens so viel Wortschatz und Grammatik zu behalten, dass er die nächste Versetzung schafft?

„Tödlich für alles, was in der Schule gelernt wurde, ist die Dauer-daddelei vor dem Computer.“



Töpferkurs mit Bildhauerin im Kunstraum

landet, entscheidet sich auch im Bett

Lernen, so lautet die Antwort der Hirnwissenschaftler, ist ein sich selbst fördernder Prozess. Je mehr Französisch ein Schüler bereits kann, desto schneller wird er lernen.

Das dümmste Rezept heißt dabei: Pauken. Auswendiglernen allein hilft auf Dauer wenig; vorhandene Synapsen werden dann rein mechanisch verfestigt, ohne dass der Information eine besondere Bedeutung zugemessen wird. Neue Nervenverschaltungen hingegen werden erst gebildet, wenn die Vokabeln wirklich zum Einsatz kommen – im Idealfall mit viel Gefühl: Emotionen wirken als Verstärker jeder neuen Information. Wer also neue Wörter bei Liebesgeflüster oder anderen aufgeladenen Situationen nutzt, der befördert sie dabei, ohne sich dessen bewusst zu werden, ins Langzeitgedächtnis.

Auf dem Weg dorthin konkurrieren sie allerdings mit einer Vielzahl anderer Informationen. Pro Tag kann sich das Gehirn bis zu zehn komplexere Neuigkeiten merken. „Tödlich für alles, was in der Schule gelernt wurde, ist deshalb die Dauerdaddelei nachmittags vor dem Computer“, sagt der Magdeburger Forscher Scheich. „Dieser Informationsflut hält keine Vokabel stand, solange sie sich noch im Kurzzeitgedächtnis befindet.“

Am besten haftet Neues, wenn es – wie die Zahlen im Lahrer Kindergarten – in möglichst vielen Zusammenhängen auftaucht. Je bunter die Information daherkommt, desto besser: Wenn die Zahl sechs

gesungen, geturnt, gereimt und gehätschelt wird, dann wird sich diesem Werben kaum ein Kinderhirn verschließen.

Der Vorteil Lernstrategie liegt darin, dass die Information am Ende vorliegt wie in einem Schrank, in dem mehrere Schubladen untereinander mit Fäden verbunden sind. Versucht das Kind, sich zu erinnern und zieht an einer Lade, kommen die anderen gleich mit heraus und offenbaren ihren Inhalt. Eselsbrücken funktionieren nach dem gleichen Prinzip: Der römische Konsul Cicero zum Beispiel wandelte vor öffentlichen Auftritten stets durch einen imaginären Palast der Erinnerung, in dessen Winkeln er Namen, Argumente oder Ereignisse platziert hatte.

Was letztlich im Langzeitgedächtnis landet, entscheidet sich auch im Bett. Sowohl Traum als auch Tiefschlaf festigen Gedächtnisinhalte – allerdings nur, wenn die neuen Informationen tagsüber gebraucht werden. Fehlt ihnen der Alltagsbezug, bringt die ganze Lernerei auf Dauer nichts. Entwicklungspsychologin Stern stichelt daher seit Jahren gegen den flächendeckenden Lateinunterricht als „bildungspolitischen Unsinn“ – zumal er, das haben ihre Forschungen ergeben, weder logisches Denken befördere noch das Erlernen einer romanischen Sprache.

Wie also muss Unterricht aussehen, damit sich das Gehirn der Schüler möglichst effizient vernetzt? Ein Beispiel aus der nie-

derbayerischen Provinz: Dort setzt Jean-Pol Martin seine pubertierenden Zöglinge von der ersten Französischstunde an einem Intensivkurs aus. Am Willibald-Gymnasium im katholischen Eichstätt verteilt der Franzose, der auch an der benachbarten Universität lehrt, erst einmal Zettel mit höflichen Floskeln: *Merci, s'il vous plaît, c'est très gentil.* „Die Voraussetzung für Lernen ist Höflichkeit und gegenseitiger Respekt“, erklärt Martin dazu. „Jeder möchte angenommen werden.“

Dann wird der Klassenraum zur Bühne, Lehrer Martin zum Schauspieler. Mal tönt er drohend laut, mal freundlich leise – doch immer französisch. Seine Hand fuhrwerk dabei immer wieder im dunkel gelockten Haar. Das Publikum blickt anfangs unsicher, versteht kein Wort. Doch irgendwann begreift ein Schüler: Zweifelnd geht er nach vorn – und unterrichtet nun seinerseits, was er verstanden hat.

Von diesem Moment an sind die Rollen im Klassenraum neu verteilt: „Lernen durch Lehren“ heißt die Methode, bei der in jeder Stunde ein anderer Schüler den Lehrer vertritt. Martin verteilt am Anfang des Monats den Lehrstoff, er korrigiert schriftliche Arbeiten und überwacht den Unterricht. Den Rest erledigen die Schüler.

Theater, Puppenspiel, traditionelle Tafelschaubilder: Erlaubt ist alles, solange

„Verbeamtete Lehrer bringen einem nicht bei, dass auch Niederlagen einen weiterbringen können.“



ROYALD FROMMANN / LAIF

Hamburger Schüler beim PC-Nachhilfeunterricht für Lehrer: „Völlig andere Schule als die, die wir kennen“

Lehrer in der Hardware-Falle

Jede deutsche Schule hat heute einen Internet-Zugang. Doch es fehlt an Ideen, wie Lehrer und Schüler damit umgehen sollen.

Er könnte der perfekte Lehrer sein: Er geht auf jeden Schüler persönlich ein; er ist immer da, wenn man ihn braucht; er regt zum phantasievollen Erkunden ein; und er erklärt selbst komplizierte Matheaufgaben und verzwickte Physikformeln mit nie zu erschütternder Geduld – der Computer mutet an wie ein idealer Lernhelfer, der Abwechslung und Freiräume schafft. In der Realität dagegen ist vieles anders, und das hat viele Gründe.

Jahrelang wurde das Thema „Neue Medien“ an deutschen Schulen verschlafen. Gegen Ende der Neunziger brach plötzlich Torschlusspanik aus: überstürzter Aktionismus, mitunter jedoch mit zweifelhaften Folgen. Dankbar nahmen die Schulen ein buntes Sammelsurium von Altgeräten an, die von Wirtschaftsunternehmen entsorgt wurden; die Telekom spendierte dann den kostenlosen Internet-Zugang dazu.

Im Herbst 2001 endlich konnte Bildungsministerin Edelgard Bulmahn stolz verkünden, dass jede deutsche Schule über einen Internet-Anschluss verfüge. Das ist angeblich einzigartig in Europa.

Trotzdem täuscht die Jubelmeldung darüber hinweg, dass die Grundausstattung nach wie vor Mängel hat: In Dänemark und Luxemburg teilen sich statistisch gesehen jeweils 3 Schulkinder einen Rechner, der EU-Durchschnitt liegt bei 12. In Deutschland dagegen sind es 20, pro Rechner mit Internet-Anschluss sogar 40 Schüler – das ist im europäischen Vergleich unteres Mittelfeld.

Zwar konnte bislang ein kausaler Zusammenhang zwischen Ausbildungsqualität und

Computerausstattung nicht belegt werden. Japanische Schüler zum Beispiel bringen in Mathematik vorzügliche Leistungen – obwohl die Lehrer auf den intensiven Einsatz von Rechnern verzichten. Nicht trotz, sondern gerade wegen der fehlenden Ablenkungsmaschinen seien diese Schüler gut, könnten Technikkritiker im Sinne von Neil Postman, Clifford Stoll oder Joseph Weizenbaum einwenden. Doch dieser maschinenstürmerischen Auffassung widersprechen wiederum die hervorragenden Ergebnisse in technikfreundlichen Ländern wie Finnland.

Insgesamt setzt sich unter Pädagogen heute die Auffassung durch, dass Computer und Internet gerade in der derzeitigen Bildungskrise sinnvolle Hilfsmittel sein können. Die Vorzüge sind zahlreich:

- ▶ **Vielseitigkeit:** Die Kombination von Bild, Ton und Text hilft dabei, große Mengen Lernstoff schneller zu verstehen und länger zu erinnern.
- ▶ **Geduld:** Die häufige Wiederholung ähnlicher Testaufgaben („übendes Lernen“) kann insbesondere in Mathematik und Fremdsprachen sinnvoll sein.
- ▶ **Individuelle Förderung:** Jeder Schüler kann zielgenau gemäß seinem Leistungsniveau lernen. Für Kinder mit schlechten Deutschkenntnissen etwa, Hochbegabte, Legastheniker oder Hyperaktive gibt es jeweils eigene Angebote.
- ▶ **Kreativität:** Interaktive Eingabemöglichkeiten, E-Mail-Brieffreundschaften mit

Schülern im Ausland oder der Bau einer eigenen Homepage steigern die Motivation.

- ▶ **Chancengleichheit:** Auch Kinder, deren Eltern sich keinen eigenen Rechner leisten können, lernen den Umgang mit Maus und Modem.

In rund 20 Prozent der Unterrichtseinheiten könnten Computer sinnvoll genutzt werden, glauben viele Pädagogen. Der Lehrer wird in diesem Fall zum Mentor, der lediglich begeistert, berät und begleitet, während seine Schüler sich selbstbestimmt Wissen aneignen.

„Das wird eine völlig andere Schule sein als die, die wir kennen“, schwärmt Dieter Lenzen, Erster Vizepräsident der Freien Universität Berlin. Der Umbau der Schulen sei dringend notwendig, das merke er auch an der Uni: „Vielen Studenten fehlt einfach die Medienkompetenz“, so Lenzen.

„Selbst mit der besten Software ist Lernen kein Kinderspiel. Lernen ist immer anstrengend.“

„Die haben sich den Umgang mit dem Internet irgendwie selbst beigebracht und sind dann bei Seminararbeiten nicht in der Lage, dubiose Quellen aus dem Internet richtig einzuschätzen.“

Doch der ersehnte Umbau der Schule stockt: Oft entpuppt sich der Rechner als großes schwarzes Loch, das viel Zeit, Geld und Kraft schluckt, anstatt die Lehrer zu entlasten. Viele Schulen sitzen heute in der Hardware-Falle:

- ▶ **Aufwendige Wartung:** Die Einrichtung, Aktualisierung und Reparatur von Rechnern und Netzwerken kostet viel Zeit und wird oft in unbezahlten Überstunden am Wochenende erledigt.
- ▶ **Mangelnde Qualität:** Das Software-Angebot ist zwar riesig, aber ein Großteil wird als „Drill&Kill“ verspottet, weil er phantasielose Datenbanken notdürftig in alberne Spiele verpackt. Um endlich mehr sinnvolle Lernsoftware zu ent-

wickeln, hat allein das Bundesministerium für Bildung und Forschung 300 Millionen Euro zur Verfügung gestellt.

► Hohe Folgekosten: Lernsoftware, Ersatzteile und die Freistellung von Lehrern für die Fortbildung sind teuer. Für jeden Euro an geschenkter Hardware zahlt eine Schule im Schnitt pro Jahr 34 Cent Folgekosten – und das in Zeiten knapper Kassen, in denen die Ausgaben für die Erneuerung von Lernmitteln von bundesweit 400 Millionen Euro im Jahr 1991 um ein Drittel geschrumpft sind.

Oft ist die Folge, dass der Kampf gegen die Tücken der Technik im Vordergrund steht, wo eigentlich Wissen vermittelt werden soll. „Banale, aber bislang kaum zu umgehende technische Probleme hindern daran, die zunehmend verfügbaren Unterrichtsinhalte für die Arbeit mit Computer und Internet auch einzusetzen“, jammert sogar der vom Bund geförderte Verein „Schulen ans Netz“. Seit Juni sucht das Bildungsministerium daher mit einer Ausschreibung im Bundesanzeiger nach professioneller Hilfe. Mögliche Lösung: Nachträglich könnten die einzelnen Computerräume zu größeren Schulnetzen verbunden werden, um die Endgeräte schnell und billig von einer Zentrale aus zu warten.

Es ist paradox: Die Art, wie die Computerisierung der Schulen vonstatten geht, zeugt weniger von der viel beschworenen Computerkompetenz als vielmehr von naiver Technikfrömmigkeit. Die Hardware-Ausstattung mag mittlerweile die Schulnote „befriedigend“ verdienen – die Lehrpläne dagegen sind ungenügend.

„Das Pferd ist von hinten aufgezümt worden“, kritisiert auch Friedrich Schönweiss, Professor für Medienpädagogik an der Universität Münster. „Erst wurde völlig planlos die Hardware zusammengestoppelt – und nun fehlen die Unterrichtskonzepte dazu.“ Durch diese Methodenblindheit drohe den Schulrechnern eine Zukunft wie den Sprachlabors der siebziger Jahre, die mit Audio-Hightech den Sprachunterricht revolutionieren sollten und heute oft nur noch als Abstellkammer dienen.

Um Konzepte zu vermitteln, wie sich Rechner sinnvoll in den Stundenplan integrieren lassen, lässt die Initiative „Schulen ans Netz“ seit Mai endlich drei „Weblotsen“ von Schule zu Schule tingeln – nachdem die Kisten teilweise jahrelang kaum genutzt in irgendeiner Ecke herumstehen.

Auch Schönweiss glaubt daran, dass Computer prinzipiell helfen können, mehr Kreativität, Kompetenz und Chancengleichheit in die Schule zu tragen. „Aber an die Rechner werden immer noch zu viele romantische Vorstellungen geknüpft“, so Schönweiss, „selbst mit der besten Software wird Lernen nie ein reines Kinderspiel sein. Lernen erfordert immer Anstrengung.“

HILMAR SCHMUNDT



PETER MEYER / FORUM

Neurobiologe Roth: Lernen braucht Anstrengung

kein deutsches Wort fällt. Der Unterricht verläuft friedfertig wie ein Pilgertreffen. Keiner motzt, keiner mimt den Clown: „Wir wollen da vorn später schließlich auch nicht als Deppen stehen.“ „Die Schüler erfahren, dass sie auf andere Menschen angewiesen sind“, sagt der Lehrer. Gern vergleicht er seine Klasse mit einem Gehirn: „Die sollen lernen, ihr Wissen untereinander zu vernetzen. Nur so können sie sich einen Weg durchs Leben bahnen.“

Seine Schüler, allesamt keine Wunderkinder, finden das Lehrerspiel zwar reichlich vorbereitungsintensiv, doch sie werden für ihre Mühe belohnt: Nach nur 18 Monaten Unterricht stellten sie ihr Projekt während einer Klassenreise in der Provence hundert französischen Lehrern vor. „Incroyable – unglaublich!“, staunten die, als sie Martins Klasse parlieren hörten.

Instinktsicher beherzt Martin viele jener Empfehlungen, die sich auch aus den Erkenntnissen der Hirnforscher ergeben. „Wir haben keine Angst, Fehler zu machen“, sagt etwa der 16-jährige Severin. „Martin korrigiert uns wie nebenbei.“ Neurologisch betrachtet kann den Eichstätter Gymnasiasten nichts Besseres passieren: Reiten Pädagogen zu sehr auf Fehlern herum, festigen sich durch die Wiederholung manchmal genau die unerwünschten Synapsen-Verbindungen.

„Nicht für die Schule, sondern für das Leben lernen wir.“ Aus Nellys Mund klingt der abgedroschene Satz verdammt kokett. Die 13-jährige Berlinerin mimt eine investigative Journalistin. Lasziv lümmelt sie im engen T-Shirt und mit wippendem Zopf vor einer Disco-Tür.

Das Theaterstück, in dem Nelly mitspielt, handelt von Zuhälterei, Betrug, Unterdrückung, Sozialhilfeempfängern und Verliebten. Geschrieben haben es die Schüler selbst. In ein paar Wochen ist Premiere, und Nelly wird im Rampenlicht von sechs professionellen Bühnenscheinwerfern stehen.

„In die Arena gehen“ nennt Direktorin Hildburg Kagerer von der Berliner Ferdinand-Freiligrath-Oberschule diesen Mo-

Per Mausclick zum Eisner

Tipps zu Auswahl und Einsatz von Lernsoftware

- Nicht für jedes Fach und jede Altersstufe gibt es geeignete Programme. Mathe, Englisch und Deutsch etwa bis zur 8. Klasse sind gut abgedeckt. In einigen anderen Fällen ist Nachhilfeunterricht vorzuziehen.
- Software sollte vor dem Kauf unbedingt ausprobiert werden, entweder im Laden oder in einer Bibliothek oder Landesbildstelle.
- Wichtige Kriterien bei der Bewertung: Ist die Menüführung intuitiv? Ist die Sprache anschaulich, präzise und kindgerecht? Lässt sich die Software problemlos unterbrechen? Gibt das Programm gezielte Rückmeldungen bei Fragen und Fehlern des Kindes?
- Es reicht nicht, ein Kind mit der Software allein zu lassen. Gemeinsame PC-Sitzungen schaffen Motivation und helfen, Lernfortschritte einzuschätzen.
- Ratgeber in Buchform sind zwar meist übersichtlich und gut strukturiert, aber bisweilen nicht auf dem neuesten Stand. Online-Angebote dagegen bieten einen aktuellen Marktüberblick, lassen sich gezielt durchsuchen und ermöglichen in öffentlichen Foren auch den Erfahrungsaustausch mit Eltern, Lehrern und Kindern.

Weiterführende Informationen:

www.sodis.de

Bewertungen und Erfahrungsberichte von Lehrern für Lehrer

www.bs-atlas.de

Datenbank mit ausgefeilter Suchfunktion

www.feibel.de

Kurzweilige Software-Rezensionen vom Fachautor Thomas Feibel



Strategien für besseres Lernen

Stimulieren	Motivieren	Memorieren
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Früh fordern: anspruchsvolle Aufgaben bereits im Kindergarten ▶ Lerninhalte vielfältig präsentieren ▶ Aha-Erlebnisse fördern, indem Kinder selbständig Lösungen suchen 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Selbständige Experimente im naturwissenschaftlichen Unterricht ▶ möglichst viel Alltagsbezug ▶ wechselseitiger Respekt untereinander fördert das Lernklima im Klassenzimmer ▶ möglichst oft loben ▶ Bewährungsproben außerhalb der Schule (z.B. durch Theateraufführungen, Verkaufsausstellungen, Schülerzeitung) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pauken allein nützt nichts, Gelerntes muss möglichst vielfältig im Kopf vernetzt werden ▶ Beiläufige Korrektur von Fehlern ▶ Lernen ist ein sich selbst fördernder Prozess; je mehr ein Schüler weiß, desto leichter fällt ihm das Lernen ▶ Gelerntes bleibt besser haften, wenn es mit Gefühlen verknüpft ist ▶ kein ungebremster Fernseh- und Computerspielekonsum ▶ ausreichend schlafen

ment, in dem die Schüler ihre Leistungen der öffentlichen Begutachtung aussetzen müssen. Sich drücken darf keiner – öffentliche Selbstdarstellung gehört in dem Kreuzberger Gymnasium zum Lehrplan.

Zwölf Stunden pro Woche läuft es in dem alten roten Backsteinbau ab wie in jeder Schule mit hohem Ausländeranteil: Die Kinder pauken Mathe, Englisch, Chemie, Bio, quälen sich mit der deutschen Sprache und pöbeln sich untereinander an. Der Rest der Woche aber, 14 Stunden, gehört den „Arenen“. Klassenübergreifend lernen die Schüler dort Schauspieler, Musizieren, Akrobatik, Bildhauern, Automechanik, Gastronomie.

In den Arenen haben Leute etwas zu sagen, die sonst an der Werkbank oder im Hotel, am Theater oder im Atelier arbeiten. Woche für Woche bringen „die Dritten“,

„Begeisterung diszipliniert“

Der Magdeburger Hirnforscher Henning Scheich, 60, über richtigen und falschen Unterricht

SPIEGEL: Warum schneiden deutsche Schüler bei der Pisa-Studie so schlecht ab?

Scheich: Viele Schüler lernen nicht mehr, zwischen Grundlagen- und darauf aufbauendem Wissen zu unterscheiden. Sie halten Referate über ökologische Nischen wie den Teich, ohne etwas über den prinzipiellen Unterschied zwischen Fischen und Fröschen zu wissen. Sie hören viel von Wirtschaft und Arbeitslosigkeit, ohne je erklärt zu bekommen, welche Rolle Geld dabei spielt. Dabei brauchen sie solche Grundlagen für jeden nachhaltigen Lernerfolg.

SPIEGEL: Warum ist dies so wichtig?

Scheich: Wissen im Gehirn zu verankern ist, anders als beim Computer, kein reiner Abspeicherungsprozess, sondern ein Einordnungsprozess. Jede neue Information muss einen sinnvollen Platz im bereits vorhandenen Wissen einnehmen und sich entsprechend damit vernetzen. Dabei müssen die Informationen hierarchisch geordnet vermittelt werden, vom Wichtigen zum Unwichtigen. Denn nur was als wichtig empfunden wird, vernetzt sich ausreichend im Langzeitgedächtnis. Setzen Lehrer ihren Schülern alles als gleichwertige Information vor, entsteht Chaos im lernenden Gehirn.

SPIEGEL: Was hat das für Folgen?

Scheich: Lehrreich ist die Computerdebatte: Viele Jugendliche glauben inzwischen, es sei wichtiger, eine Computersprache zu beherrschen, als einen klaren Gedanken im Deutschaufsatz formulieren zu können. Dies hat zur Folge, dass sie Texte nicht

mehr verstehen. Die Vermittlung von Grundlagen braucht Zeit – und da hapert es in vielen Bundesländern. Wenn Fächer wie Chemie oder Physik nur jedes zweite Jahr und dann auch jeweils nur zwei Stunden pro Woche unterrichtet werden, wird kein Basiswissen im Gehirn verankert.

SPIEGEL: Welche Unterrichtsform halten Sie für geeignet?

Scheich: Die größte Chance, dass Informationen vom Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis gelangen, bietet heute eine Ganztagschule. Dort lassen sich die wichtigsten Lerninhalte am Nachmittag vertie-





Schüler im Lernlabor*: Keine Scheu vor Überforderung

fen, dadurch kann die Verankerung im Langzeitgedächtnis gesteuert werden. Außerdem bietet sie einen gewissen Schutz vor allzu viel moderner Zerstreuung – und damit reduziert sie die Zahl der Informationen, die mit dem Unterrichtsstoff um einen Platz im Gedächtnis wetteifern.

SPIEGEL: Dennoch zeigt die Pisa-Studie, dass Lernerfolge offenbar unabhängig von einem bestimmten Schulsystem sind.

Scheich: Ob ein Kind eine schwedische Gleitzeitschule oder ein

bayerisches Gymnasium besucht, spielt für den Lernerfolg nicht die ausschlaggebende Rolle. Das kindliche Gehirn entwickelt sich durch die Erfahrung von Erfolg und Misserfolg. Das heißt: Jeder Schüler muss neben Erfolgen auch die Grenze seiner Möglichkeiten kennen lernen. Dabei sollten die Kriterien für Erfolg und Misserfolg durchschaubar und verbindlich sein. Nur dann bildet das kindliche Gehirn eine Messlatte für eigene Leistung.

SPIEGEL: Wieso führen verbindliche Regeln zu besseren Lernerfolgen?

Scheich: Sie bewirken, dass ein Kind nicht jede Anstrengung in Frage stellt, sondern versucht, so viel zu leisten, wie ihm möglich ist. Wenn im Unterricht jederzeit Regeln und Absprachen über den Haufen geworfen werden

können, wird keinem Kind verständlich, warum es sich dauerhaft anstrengen soll.

SPIEGEL: Sprechen die Erkenntnisse der Hirnforscher also eher für einen traditionellen Werten – Disziplin, Autorität – orientierten Unterricht?

Scheich: Auch Autorität macht nur Sinn, wenn sie prompt ausgeübt wird und verbindlichen Regeln folgt: Wenn einer am Ende des Jahres sitzen bleibt, sozusagen als Abschlussquittung für die Bummel im ganzen Jahr, bringt das für den Lerner-

folg gar nichts. Das Gehirn braucht sofort ein Feedback. Ich habe allerdings eher die Vorstellung, dass Lehrer ihre Schüler begeistern müssen. Vorbilder sind für das noch unfertige Gehirn als Orientierung enorm wichtig. Und auch Begeisterung wirkt disziplinierend – man will es dem Vorbild ja recht machen.

SPIEGEL: Sollten Schüler, wie in manchen Klassen üblich, mit darüber entscheiden, was sie lernen wollen?

Scheich: Kein vernünftiger Mensch kann annehmen, dass Unterrichtsformen, in denen Kinder sich ihre Ziele vollständig selbst setzen, zu etwas führen. Ihre sich entwickelnden Gehirne können das gar nicht leisten; es fehlt noch die Struktur, die dem Kind signalisiert: Dieses und jenes neue Wissenshäppchen ist wichtig – und außerdem muss ich dringend noch etwas in meinen Speicher für systematische Zoologie tun, sonst versteh ich das Ökosystem Teich nicht. Die neuronalen Strukturen, die dem Heranwachsenden helfen, neue Informationen zu bewerten, werden durch den Lernprozess ja gerade erst geschaffen.

„Eine Ganztagschule bietet einen gewissen Schutz vor allzu viel moderner Zerstreuung.“



RONALD FROMANN

Lernforscher Scheich*

Zu wenig Grundlagenwissen

* Mit einer Maus, die lernen soll, bei einem Piepton über ein Hindernis zu hüpfen.

wie sie hier heißen, ein bisschen echte Welt in die Schule. „Konstruktive Störfaktoren“ nennt Kagerer sie, „weil sie Lehrer aus dem Trott reißen, für die Klagen längst zum Ritual gehört.“

Nicht jedem passt die Vorstellung, sich die Unterrichtshoheit mit Künstlern oder Schweißern teilen zu müssen. Zwölf Pädagogen ließen sich versetzen. Kagerer ließ sich davon nicht beirren. Sie will, dass ihre Schüler Erwachsene treffen, deren Leben prall und nicht immer geradlinig verläuft. „Verbeamtete Lehrer bringen einem in der Regel nicht bei, dass Niederlagen und Arbeitslosigkeit einen auch weiterbringen können.“

Die Direktorin strahlt die natürliche Autorität eines Menschen aus, der in der Lage ist, sich in Frage zu stellen. Als sie 1990, damals noch als Psychologin, an die Freiligrath-Schule kam, hörte sie schnell auf mit jeder Seelenbespiegelung. „80 Prozent der Schüler sind Ausländer, alle sozialen Probleme Kreuzbergs treffen sich hier“.

So schildert sie ihren ersten Eindruck. Als ihr ein Schüler nach dem anderen erklärte, er fühle nur noch Scheiße in sich, befand die ausgebildete Psychotherapeutin: „Die brauchen nicht Therapie, sondern Anerkennung.“

Seither wirbt sie mit einer Mischung aus süddeutschem Charme und zurückhaltender Eleganz für ihre Idee „Kreativität in die Schule“ (KidS). Erst zahlte die Bosch-Stiftung, dann BMW, seit zwei Jahren auch der Berliner Senat. Im bundesweit einzigen Schulversuch mit der Formel: „Schule = Schüler + Lehrer + Dritte“ garantiert er das Honorar für die Lehrkräfte aus der Arbeitswelt.

Jedes Halbjahr endet mit gewöhnlichen Zeugnissen und, noch wichtiger, Bewährungsproben außerhalb der Schulmauern. Die Gastronomie-Arena richtet Feste für das benachbarte Bezirksamt aus; die Technik-Arena versteigert Fahrräder aus Eigenproduktion, die Bildhauer laden zu einer Verkaufsausstellung in einer Kreuzberger Galerie. Ein Drittel des Erlöses geht an den Besitzer; die Schüler sollen sich nicht an Gönner gewöhnen.

„Schule“, sagt die Direktorin, „muss der Ort sein, wo junge Menschen herausfinden, mit welcher Fähigkeit sie in der Gesellschaft bestehen können.“

Wie sehr es gerade daran Not tut, erfährt Kagerer immer wieder, wenn Eltern ihr Kind neu in der Schule anmelden. Wenn sich dann ein Paar wortreich über die Verstocktheit ihres Sohnes auslässt, der stumm daneben sitzt, unterbricht Kagerer die Litanei manchmal und fragt die Eltern, was ihr Kind denn richtig gut kann.

„Dann“, erzählt sie, „sitzen die meist nur da und schweigen.“

KATJA THIMM

* Am Max-Planck-Institut für Bildungsforschung in Berlin.