



TEXT VON FRANZ MECHSNER

Lernen: Wie das Wissen in den Kopf kommt

Durch die Neurobiologie hat sich unser Wissen über unser Denkorgan explosionsartig vermehrt. Lesen Sie im ersten Teil der GEO-Serie, wie das Gehirn Gelerntes festschreibt - und was sich davon für die Schule ableiten lässt

Was fruchtbares Lernen ausmacht, wusste bereits der griechische Historiker Plutarch: "Der Geist ist kein Schiff, das man beladen kann, sondern ein Feuer, das man entfachen muss." Diese Weisheit ist knapp 2000 Jahre alt, kann aber noch heutigen Pädagogen als Leitmotiv dienen. Doch wie lässt sich das geistige Feuer entfachen? Was ist gelungener Unterricht? Worin erweist sich ein guter Lehrer? Darüber zerbrechen sich zurzeit landauf, landab Pädagogen und Eltern, Politiker und Journalisten den Kopf.



© Ronald Frommann

Schüler setzen sich beim Lösen von 3-D-Puzzles mit anderen Schülern auseinander - und behalten so die Inhalte besser

Neurobiologen melden sich zu Wort

In der aufgeregten Diskussion melden sich neuerdings Fachleute zu Wort, zu deren Beruf es gehört, Mäusen zu Experimentierzwecken Elektroschocks zu verabreichen, Katzen Elektroden ins Gehirn zu piksen oder geschädigte Denkgane von Menschen zu analysieren: Neurobiologen. Sie äußern sich zu Schule und Lernen, und ihre Beiträge finden Beachtung. Manfred Spitzer etwa, Professor für Psychiatrie in Ulm, hat bei seinen Vorträgen oft Tausende von Zuhörern.

Die Macht des Mandelkerns

"Menschen lernen besser, wenn sie mit Freude lernen", ist ein wichtiges Fazit aus Spitzers Beschäftigung mit dem Gehirn. Ein menschenfreundlicher Satz, dem wohl die meisten Pädagogen ohne weiteres zustimmen würden, nicht ohne den Seufzer anzuschließen: Ja, wenn das so einfach wäre! Doch braucht man für diese Einsicht wirklich die Gehirnforschung? In der Tat legen neurobiologische Erkenntnisse nahe, dass genussvolles und ängstliches Studieren tief greifend unterschiedlich verlaufen. Der Unterschied besteht

nicht nur darin, dass freudiges Lernen eher unserem Humanitätsideal genügt und dass enthusiastische Schüler beharrlicher bei einem Thema bleiben. Vielmehr entsprechen unterschiedlichen Emotionen unterschiedlich arbeitende neuronale Systeme.

Lernen im "Angstmodus"

Im "Angstmodus" steht das Gehirn unter dem besonderen Einfluss der Amygdala, zu Deutsch: des Mandelkerns, eines murmelgroßen, zum limbischen System gezählten Hirnteils. Genau genommen gibt es zwei Mandelkerne, in jeder Hemisphäre einen. "Die Aktivität der Amygdala begünstigt einen eingegengten kognitiven Stil, der ausschließlich darauf ausgerichtet ist, den Quellen der Angst zu entkommen", erläutert Spitzer. "Kreatives und freies Denken sind stark behindert, da das Gehirn sich möglichst an die simpelsten, irgendwie funktionierenden Schemata hält."

Unterricht muss Spaß machen

Doch Unterricht, der Spaß macht, ist nicht allein schon deshalb guter Unterricht. Der Chemielehrer, der Knalleffekte und verblüffende Farbspiele inszeniert, unterhält seine Schüler. Wenn diese sich einerseits an der Zauberei des Lehrers erfreuen, andererseits aber langweilig finden, was dabei molekular geschieht, hat er verloren. Mit Freude lernen heißt nicht einmal, dass Unterricht und Lernen immer ein Vergnügen sein müssen. Den Grips anzustrengen, über Hindernisse und Irrtümer hinweg ein Problem zu lösen, mag sauer und mühsam sein, doch aus der Leistung selbst und der gewonnenen Einsicht können Selbstvertrauen und tiefe Befriedigung erwachsen - und die Lust auf weitere Herausforderungen. Zumindest lässt sich jedoch aus den Erkenntnissen, wie Emotionen im Gehirn wirken,

folgern, dass Lernen, Selbstständigkeit und Kreativität vor allem in einem entspannten Klima gedeihen. Konstanter Prüfungsstress, gewürzt mit täglichen Misserfolgserlebnissen, ist Gift für das Lernen und für die Entfaltung der Persönlichkeit.

Neuronen und Synapsen

Wer das Gehirn verstehen möchte, kommt ohne einen Blick auf dessen Elementarbestandteile, die Nervenzellen, auch Neuronen genannt, nicht aus. Neuronen sind darauf spezialisiert, Signale zu leiten und zu verarbeiten. Eingangskabel, die so genannten Dendriten, übertragen Eingangssignale auf den Zellkörper. Der erzeugt daraufhin Ausgangssignale, welche über ein oft weit verzweigtes Ausgangskabel, das so genannte Axon, weitergeleitet werden. Neuronen sind in Organismen in vielfältiger Weise zu rechnenden Netzwerken zusammengeschaltet. Doch auch ein einzelnes Neuron kann bereits wie ein Rechner funktionieren.



© Ronald Frommann

Gespannt schauen Kinder zu, was beim Erhitzen von Flüssigkeiten passiert: Spielerisches Experimentieren ermöglicht später den kreativen Umgang mit Wissen

Wie Neuronen funktionieren

Dessen Arbeitsweise ist erstaunlich einfach: Immer wenn die Summe der Eingangssignale einen bestimmten Schwellenwert überschreitet, sendet die Zelle ein Ausgangssignal. Bleibt die Eingangserregung unter der Grenze, reagiert die Zelle nicht. Am Ende der axonalen Verzweigungen stellt eine besondere Struktur, die so genannte Synapse, den Kontakt zu anderen Neuronen, zu Muskel- oder Drüsenzellen her. Die meisten Synapsen funktionieren so: Je stärker die Erregung im Axon, desto mehr Moleküle einer

Überträgersubstanz schüttet die Synapse aus. Der Überträgerstoff, Neurotransmitter genannt, wandert zur Zielzelle. Manche Neurotransmitter erhöhen die elektrische Erregung der "angefunkten" Zelle, andere hemmen sie. Ein einzelnes Neuron hat dabei so gut wie immer ausschließlich erregende oder hemmende Synapsen, weshalb die Fachleute auch von erregenden und hemmenden Neuronen sprechen.

Nach diesen oder eng verwandten Prinzipien arbeiten die Neuronen von Tintenfischen und Fliegen, von Eichhörnchen und Menschen. Die Fähigkeiten der Lebewesen beruhen also nicht auf unterschiedlich funktionierenden Nervenzellen, sondern vor allem auf deren unterschiedlicher Verknüpfung.

Die Netzwerke der Erinnerung

So viel wissen wir: Das Netzwerk der Neuronen in der Großhirnrinde - wegen ihrer Form sprechen die Neurobiologen von Pyramidenzellen - ist im Gegensatz zu einem Computer nicht nach einem detaillierten Plan geknüpft, sondern weitgehend zufällig organisiert. Sind miteinander verbundene Zellen gemeinsam aktiv, verstärken sich die Synapsen. Dieser simple, von dem kanadischen Psychologen Donald Hebb bereits in den 1940er Jahren postulierte Mechanismus schweißt Teilnetzwerke besonders eng zusammen, zu so genannten "neuronalen Assemblies", deren "Zündung" die Aktivierung der ihnen entsprechenden Information bedeutet.

Häufiger, aber kürzer üben!

Demnach aktiviert der Anblick beispielsweise eines Apfels immer wieder eine Anzahl miteinander verknüpfter Pyramidenzellen. Deren Verbindung verstärkt sich nach und nach, eine neuronale Assembly entsteht, deren Aktivität den Apfel repräsentiert. Je öfter sich der synaptische Lernprozess wiederholt, desto leichter lässt sich die Assembly aktivieren. Irgendwann reicht es, nur Teile des Apfels verschwommen zu erblicken, um das Zellensemble zu zünden und damit den ganzen Apfel im Geist aufscheinen zu lassen.

Solch synaptisches Lernen in der Großhirnrinde ist langsam und lebt von der Wiederholung. Dabei kommt es nicht auf die absolute Zeitdauer an: "Häufiger, aber kürzer üben" lautet der Rat, der sich mit etwas Vorsicht ableiten lässt. Das bedeutet jedoch keineswegs, sich die immer gleichen Inhalte einzubläuen. Im Gegenteil: Stumpfsinn scheint der Hauptfeind des Lernens zu sein. Mehr Erfolg verspricht, das Gehirn auf stets etwas andere Weise anzuregen, ihm durch variierte Aufgaben und andere Herangehensweisen immer wieder neuen Anlass zur Auseinandersetzung mit dem Thema zu geben, je reicher und vielfältiger, desto besser.

Vieles von dem, was wir lernen, wissen wir nicht

Viele dieser Ideen von der Funktionsweise des Gehirns sind noch weitgehend

hypothetisch. "Wissen Sie", fragt Manfred Spitzer, "dass alle deutschen Verben, die auf -ieren' enden, das Partizip Perfekt ohne die Vorsilbe ge-' bilden?" Auch wer das nicht weiß, sagt "Ich bin im Wald spaziert", nicht aber "gespaziert". Das ist eigenartig: Wir wenden komplizierte grammatische Regeln an, ohne von ihnen zu wissen. Wenn Kinder sprechen lernen, scheint es oft, als probierten sie bewusst Regeln aus. "Dreas von Schaukel fällt", jammert der kleine Andreas. "Andreas ist von der Schaukel gefallen", korrigiert der Papa. "Dreas von Geschaukel gefällt", ahmt der Kleine nach. Nach mehreren Anläufen wird er die Regel beherrschen, jedoch implizit, also unbewusst.



© Ronald Frommann

Mit einem Spiegel verdoppeln Kinder in der Dortmunder Funke-Schule vorgegebene Muster - und lernen dabei eine Menge über Symmetrie

Wichtig sind gut ausgewählte Beispiele

"Fast alles, was wir gelernt haben, wissen wir nicht. Aber wir können es", sagt der Neurobiologe Manfred Spitzer. Wir können die Schuhbänder binden, ohne zu wissen, wie wir das im einzelnen machen. Wir können die Hauptstadt von Frankreich benennen, ohne zu wissen, wie Erinnerung funktioniert. Und wir können lernen, wissen aber meist wenig darüber, was genau dabei geschieht und wie wir es besonders erfolgreich gestalten können. "Gehirne bilden sich zwar einerseits an Beispielen", sagt

Spitzer, "vergessen aber andererseits meist die Einzelfälle und merken sich allgemeine Eigenschaften und Regeln. Was die Letzteren betrifft, so nutzt es in vielen Gebieten so gut wie nichts oder kann sogar schaden, stumpfsinnig Regeln auswendig zu lernen. Kinder brauchen vor allem gut ausgewählte Beispiele. Auf die Regeln kommen sie dann von selbst."

Fehler sind wichtig

Wie können Lehrer also den Kleinen helfen, ähnlich wie beim Sprechen auf richtige und angemessene Regeln zu kommen? Für die Pädagogen von "mathe 2000" ist es wichtig, dass Kinder ohne Angst Fehler machen dürfen. Schon länger etwa lassen Grundschullehrer ihre Abc-Schützen erst einmal nach Gehör schreiben, ohne ihnen die Fehler anzustreichen. Vorbild dieser Freiheit ist das Sprechenlernen. Da störe es nicht im geringsten, sagt Erich Wittmann, "wenn Kinder nicht gleich alles richtig machen, ja, wir verstehen viele Fehler als Zeichen, dass sie sich mit Sprache produktiv auseinandersetzen und auf dem richtigen Weg sind.

Mathematik dagegen wird vielfach als eine von zwingenden Vorschriften beherrschte Disziplin verstanden. Das verleitet Lehrer dazu, den Kindern Regeln vorzugeben und Fehler sofort anzukreiden." Viele Fehler entstünden aber gerade, wenn Kinder kaum verstandene Regeln blind anwendeten. So ziehen manche beim schriftlichen Subtrahieren mehrstelliger Zahlen oft die kleinere Ziffer von der größeren ab, ganz gleich, welche oben steht und welche unten. Wenn sie beispielsweise 701 minus 698 rechnen, ziehen sie von der 8 eine 1, von der 9 eine 0 und von der 7 eine 6 ab und kommen auf 197. Ein systematischer Fehler, den Kinder machen, weil sie ohne Verständnis nur nach eingepaukten Regeln vorgehen.

Karten im Kopf

Die Fähigkeiten des Gehirns stecken also in Neuronen und ihren Verbindungen, deren Stärke durch synaptisches Lernen veränderlich ist. Die Struktur des Netzwerkes im Kopf beinhaltet unser Können und Wissen. Die Aktivität des Netzes repräsentiert, was wir momentan wahrnehmen, denken, reden und tun. Obwohl bei jeder geistigen Tätigkeit jeweils eine riesige Zahl Neuronen in vielen Hirngebieten zusammen feuert, lassen sich oft durchaus aufgabenspezifische Neuronen finden. Zellen im visuellen Kortex zeigen Ecken und Kanten oder auch Farben an, Neuronen im Hörkortex spiegeln Eigenschaften von Tönen wider.

Die Neuronen für alle möglichen Kategorien ordnen sich durch synaptisches Lernen zu regelmäßigen Mustern, den so genannten kortikalen Karten. Die Zellen der Assemblys können in verschiedenen Hirnarealen liegen und Informationen unterschiedlichster Art zusammenfügen. Die Neuronen der Karten hingegen sind eng benachbart, repräsentieren verschiedene Abstufungen derselben Information und werden nicht alle zugleich aktiviert. In diesen Karten und den Möglichkeiten ihres Zusammenspiels könnte ein großer Teil der Erfahrungen unseres Lebens gespeichert sein.

Landkarten unter der Schädeldecke

Wissenschaftler haben die neuronale Topographie vor allem für die Kortex-Areale gut untersucht, die von den Sinnesorganen beeinflusst werden. In der Hörrinde reihen sich Neuronen, die benachbarte Tonhöhen repräsentieren, wie die Tasten eines Klaviers aneinander. Im körpersensorischen Kortex ist der Körper mehrfach in "somatotopischen" Karten abgebildet, etwa im berühmten "Homunkulus". Solche Karten bilden sich erfahrungsabhängig. So finden sich in der Sehrinde von Katzen, die ihr Leben lang nur senkrechte Striche betrachten durften, ausschließlich Neuronen, die auf senkrechte Striche ansprechen. Für andere visuelle Reize sind die Tiere unempfindlich. Dabei nutzt es nichts, den erwachsenen Tieren Striche aller Art anzubieten: Würde die entscheidende Periode für das erste visuelle Lernen verpasst, ist jede Nachhilfe nutzlos.

Das Gehirn ist flexibel

Allerdings existieren nicht für alle Karten solche entscheidenden Phasen, und einmal angelegte Karten müssen auch keineswegs lebenslang unveränderlich sein. Mittlerweile klassische Experimente einer US-Arbeitsgruppe um Michael Merzenich haben schon in den 1980er Jahren bewiesen, dass die kortikalen Muster enorm plastisch sind: Bei Affen schrumpft das Gebiet für einen amputierten Finger auf Kosten der Areale der benachbarten Finger. Und Alvaro Pascual-Leone von der Harvard University entdeckte: Lernt ein Mensch Blindenschrift, dann vergrößert sich der Bereich, der in der Großhirnrinde für die Fingerkuppe des rechten Zeigefingers zuständig ist. Bei Musikern war die akustische Karte für Töne 25 Prozent größer als bei Nichtmusikern. In der Hirnrinde von Trompetern sind Trompetentöne, in der von Geigern Geigentöne weitflächiger repräsentiert - wohl aufgrund des Übens.



© Ronald Frommann

Einmal wöchentlich trifft sich die Jugendbuch-Crew Göttingen, bespricht Neuerscheinungen und macht Lesevorschläge

Das Ganze und das Detail sind gleich wichtig

Im Aufbau der kortikalen Karten und im Zusammenspiel von neuronalen Netzwerken, die sich über viele Karten verteilen, liegt wohl ein wichtiger Schlüssel, der uns vielleicht irgendwann verstehen lässt, wie Menschen Mathematik betreiben oder Geige spielen, Briefe schreiben oder Verhandlungen führen. Die Fähigkeit, quasi beliebige Informationen zu verknüpfen, zeichnet den menschlichen Geist aus, aber ebenso die Fähigkeit, die Fülle zu bändigen und in sinnvolle Bahnen zu lenken. Diese vielfältigen Aktivitäten bedeuten, dass das Gehirn Teile und Ganzheiten parallel wahrnimmt und erzeugt, in innigem Wechselspiel der Ebenen und Aspekte. Dieser Befund passt gut zu einer in jüngster Zeit wieder verstärkt diskutierten pädagogischen Maxime: Fakten sollten stets mit Blick auf das Ganze erarbeitet werden und das Ganze im Licht der Details.

Das klappt besonders gut, wenn zentrale Grundideen in mehreren Durchgängen auf immer neuer Ebene, sozusagen "spiralig" behandelt werden, wie dies die Didaktiker von "mathe 2000" vorschlagen. Wittmann: "Statt dem Schüler den Stoff Häppchen für Häppchen zu verabreichen, bieten wir ihm gewissermaßen gleich von Anfang an komplexe Themen." Kinder dürfen alle Rechenwege ausprobieren, die ihnen einfallen. Das Einmaleins zum Beispiel wird nicht Reihe für Reihe, sondern ganzheitlich gelernt.

Informations-Mischmaschine Großhirn

In der Antike hatte Aristoteles zwei Grundmechanismen des Denkens vermutet: zum einen die Assoziation, das Zusammenfügen von Vorstellungen in neuen Verbindungen; und zum anderen die Logik, die gesetzmäßig zu neuen, richtigen Vorstellungen führt. Vom Beginn des 19. bis zur Hälfte des 20. Jahrhunderts wurde dann die Assoziation als Grundfunktion des Gehirns betont. Forscher hofften, mit ihr letztlich die geistigen Vorgänge erklären zu können. Schon die Grobstruktur unseres Denkkorgans schien manchen Anatomen dies widerzuspiegeln: Mächtige, mit bloßem Auge sichtbare Faserbündel verbinden Hirnrindengebiete kreuz und quer miteinander und könnten somit beliebige geistige Inhalte verknüpfen.

Das Gehirn ist vor allem mit sich selbst beschäftigt

Dies betont auch Valentin Braitenberg, der ehemalige Direktor des Tübinger Max-Planck-Instituts für biologische Kybernetik. Die Größe des Großhirns ist durch die vielen unter der Hirnrinde verlaufenden Axone verursacht, die kortikale Pyramidenzellen miteinander verbinden. Ohne diese Faserbündel hätte das Großhirn

nicht mehr Volumen als eine kleine Faust. Die Menge der Fasern, die ins menschliche Gehirn hinein- und hinausgehen, beträgt nur etwa ein Hunderttausendstel der internen Verbindungen. Schon die Anatomie des Großhirns suggeriert somit, dass es als wahre "Informationsmischmaschine" vor allem mit sich selbst beschäftigt ist, wie Braitenberg sagt.



© Ronald Frommann

Eine Woche lang brachten Kinder in der Hamburger Kunsthalle ihre ganz eigene Sicht von Blumen zu Papier. Eigene Lösungswege finden zu dürfen, ist eine wesentliche Voraussetzung, damit Menschen eine Aufgabe ausdauernd verfolgen

Kolossale neuronale Bauwerke

Jede Pyramidenzelle steht mit jeder beliebigen anderen über wenige Zwischenschritte in Kontakt. Jede Zelle kann Signale von etwa 10000 Neuronen empfangen und Signale an etwa 10000 andere übermitteln. Diese Möglichkeit zur Vielfalt scheint nicht nur eine der elementaren Voraussetzungen für Fantasie und Kreativität zu sein, sondern für jede Geistestätigkeit. Das Hirn versteht und lernt, wie es scheint, umso besser, je mehr Beziehungen es zu einem Thema herstellen kann. Heinz Schirp, stellvertretender Direktor des Landesinstituts für Schule in

Soest, folgert daraus für den Schulalltag: "Lehr- und Lerninhalte sollten vielfältige Zugänge aufweisen und mehrkanalige, kognitive und emotive Verarbeitungsformen miteinander kombinieren."

Wenn aber in der Gedankenfabrik Gehirn Beliebiges mit Beliebigem verknüpfbar ist: Wie kommen dann Struktur, Ordnung und letztlich Sinn in die Hirnprozesse und damit auch in das Lernen? Das Zauberwort scheint hier nicht "Überwachung", sondern "Balance" zu heißen. Oder genauer gesagt: Im Gehirn regiert keine unabhängige oberste Kontrollinstanz. Vielmehr bilden Strukturen ständig wechselnde Koalitionen; ihr Wechselspiel macht die geistige Tätigkeit aus und bestimmt, was gelernt wird.

Lernturbo Hippocampus

Eine für das Lernen besonders wichtige Struktur befindet sich am unteren Rand der Hirnrinde, und zwar spiegelbildlich in beiden Hemisphären: der Hippocampus. Die Bedeutung dieses vergleichsweise winzigen Hirnteils wurde schlagartig deutlich, nachdem Neurochirurgen dem mittlerweile berühmten Patienten H.M. den rechten und den linken Hippocampus entfernt hatten. Seit der Operation konnte H.M. sich keinerlei neue Erlebnisse mehr dauerhaft merken. An Begebenheiten lange vor dem Eingriff erinnerte er sich normal. Allerdings war der Mann durchaus noch lernfähig: Bewegungsroutinen wie Fahrrad fahren oder Schuhbänder binden schien er üben und allmählich verbessern zu können, wie andere Menschen auch. Manche Forscher deuten H.M.s Schicksal so: Wir lernen Fakten und Fertigkeiten auf unterschiedliche Weise, wobei zum Einprägen von Fakten der Hippocampus nötig ist.

Nicht Fakten, sondern Geschichten und Zusammenhänge

Der Hippocampus ist auch daran beteiligt, Fakten als neu oder bekannt zu bewerten. Er sorgt dafür, so Spitzer, dass wir nur das lernen, was interessant ist. Einzelfakten attraktiv zu präsentieren oder in Form eines Rätsels finden zu lassen, sei deshalb gewiss ein guter Ratschlag fürs Lernen. "Geschichten und Zusammenhänge treiben uns um, nicht Fakten", meint der Psychiater. Sprich: Geschichtszahlen zu büffeln oder die Knochen des menschlichen Skeletts auswendig zu lernen, ist höchst ineffektiv und oft verlorene Zeit. Fakten sollten in einem Kontext stehen, der den Schüler bewegt und interessiert. Dann werden sie vielleicht über den Prüfungstermin hinaus behalten. Was dies im Einzelfall bedeutet, müssen Pädagogen jeweils herausfinden. Jedoch auch scheinbar typisches Paukwissen lässt sich mit etwas Fantasie oft ganz anders gestalten. Die Didaktiker von "mathe 2000" lehnen beispielsweise das vorschnelle Büffeln des Einmaleins und das Rechnen willkürlich gemischter Päckchenaufgaben ab. Stattdessen propagieren sie "produktives Üben", etwa in Form "schöner Päckchen". Dabei werden die Kinder angeregt, Muster zu erkennen und diese zur Korrektur von Fehlern zu nutzen. Auf das Automatisieren wird erst am Ende Wert gelegt.

Der "Scheinwerfer der Aufmerksamkeit"

Was gibt den Ausschlag beim Erinnern und Vergessen? Womöglich die schwankende Aufmerksamkeit. Es ist eine Binsenweisheit: Wer aufpasst und sich konzentriert, lernt bekanntlich besser. Experimentell arbeitende Psychologen unterscheiden dabei die allgemeine Wachheit und die selektive Aufmerksamkeit. Wie sich herausgestellt hat, beruhen beide Arten auf weitgehend getrennten neurobiologischen Mechanismen.

Wach oder weniger wach zu sein, bedeutet einen aktiven oder weniger aktiven Zustand der gesamten Hirnrinde. Wenn wir uns dagegen gezielt auf etwas konzentrieren, dann sind im Kortex genau jene Areale besonders rege, die mit der speziellen Aufgabe wie dem Lesen eines Buches befasst sind. Der US-Hirnforscher Michael Posner von der University of Oregon vergleicht die selektive Aufmerksamkeit mit dem Lichtkegel eines Scheinwerfers: Wir können uns immer nur auf einen ausgewählten Ausschnitt der Welt oder unserer geistigen Vorgänge konzentrieren.

Infotainment hinterlässt kaum Spuren

Die didaktische Konsequenz scheint klar: Infotainment hinterlässt kaum dauerhafte Spuren. Es ist die aufmerksame Beschäftigung, welche nachhaltiges Lernen ermöglicht. Selektive Aufmerksamkeit vermag dabei Lernen anzustoßen, wenn wir gar nicht die Absicht haben, uns etwas einzuprägen. Der US-Neurobiologe James Brewer präsentierte Versuchspersonen 92 Fotos, während ein Magnetresonanz-Tomograph die Aktivität ihres Gehirns aufzeichnete. Um sicherzustellen,



© Ronald Frommann

Im Botanischen Garten von Hamburg sucht sich jedes Kind einen eigenen Bildausschnitt für ein individuelles Blumenbild

dass die Probanden die Bilder betrachteten, stellte der Forscher ihnen die Aufgabe, Innen- von Außenaufnahmen zu unterscheiden. Später sollten die Versuchsteilnehmer dann aus einer Serie von Fotos jene herausuchen, die sie im Tomographen gesehen hatten. Im Gedächtnis waren genau die Aufnahmen haften geblieben, bei deren Betrachtung die Hirnareale für Bildverarbeitung besonders aktiv gewesen waren. Diese Ergebnisse legen nahe: Je aufmerksamer wir uns mit etwas beschäftigen, umso größer ist die Chance, dass wir uns später daran erinnern.

Das Gehirn ist kein Computer

Sich in ein Thema zu vertiefen, kann also schon Lernen bedeuten. Das Lernen geschieht dabei gewissermaßen ohne Absicht. Ein Kleinkind, das stundenlang bunte Bauklötze zu immer höheren, immer wieder einstürzenden Türmen schichtet, beabsichtigt damit nicht, zu lernen, dass ein Baustein nur dann liegen bleibt, wenn der Klotz darunter den Schwerpunkt unterstützt. Es möchte einfach einen Turm bauen und versucht beharrlich, die selbst gestellte Aufgabe zu lösen. Neurobiologische Erkenntnisse führen in Variationen stets zu den gleichen Schlussfolgerungen: Das Gehirn ist kein Computer, in dem man Beliebiges speichern kann. Menschliches Lernen ist geleitet von Interesse, von der Suche nach Einsicht und Sinn. Aktives Handeln und Forschen, Erfahrung mit allen Sinnen und intellektuellen Fähigkeiten erleichtern diese Suche, ebenso vielfältige Vernetzung sowie eine unterstützende emotionale und mitmenschliche Atmosphäre.