

Quarks & Co



SCRIPT ZUR WDR-SENDEREIHE „QUARKS & CO“

**LERNEN MIT
KÖPFCHEN**

Inhalt

Lernen in der Schule	6
Warum schwimmt ein Schiff?	8
Warum das Lernen in der Pubertät so schwer fällt	9
Wie Kinder rechnen	11
Beim Lernen ins Gehirn geschaut	12
Vorbild Schweden?	14
Politikern auf den Zahn gefühlt	16
Lesetipps	20
Linktipps	23

Impressum

Text: Axel Bach,
Uli Grünewald,
Heinz Greuling,
Elmar Sommer

Koordination: Monika Grebe
Redaktion: Monika Grebe

Copyright: WDR September 2003

Weitere Informationen erhalten sie unter: www.quarks.de

Gestaltung: Designbureau Kremer & Mahler, Köln

Bildnachweise:

S. 4 o. DPA
S. 12 o. u. S. 13 Dr. Werner Zuschratter, Leibniz- Institut für
Neurobiologie, Magdeburg
Alle anderen Abbildungen WDR

Diese Broschüre wurde auf 100% chlorfrei gebleichtem
Papier gedruckt.



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

es gibt einen interessanten Unterschied zwischen einer Fernsehsendung und einer Unterrichtsstunde. Obwohl in beiden Fällen Wissen vermittelt wird und die Thematik mitunter sehr ähnlich ist, verfügen Zuschauer über eine Fernbedienung, mit der sie sich jederzeit aus dem Unterricht abmelden können. Manchmal frage ich mich, in wieweit sich der Schulunterricht verändern würde, wenn auch Schüler in der Lage wären, ihren Latein-, Physik- oder Chemielehrer per Knopfdruck umzuschalten. So seltsam dieser Gedanke auch sein mag, es wäre interessant, da wir auf diese Weise viel über den Unterrichtsprozess erfahren würden.

Einen sehr ähnlichen Versuch haben Wissenschaftler der Universität Kiel gemeinsam mit uns gemacht. Wir interessierten uns dafür, in wieweit Schüler während einer laufenden Unterrichtsstunde auch aktiv „dabei sind“. Das Ergebnis war für alle Beteiligten ernüchternd. Phasenweise zeigte sich, dass sich mehr als die Hälfte der Schüler verabschiedet hatten. Im Durchschnitt lag die Quote bei ca. 30% „abwesender“ Schüler.

Für mich ist dieses ein alarmierendes Indiz, das wir nicht nur auf Konzentrationslosigkeit oder schlechte Schüler zurückführen dürfen. Vielmehr zeigt es, dass der Prozess des Lernens und des Lehrens in vielen Aspekten revidiert werden muss. Viel zu oft bilden Kategorien des späten 19. Jahrhunderts die Grundlage unserer Bildungssysteme. Schweden z. B. zeigt uns, dass man es anders machen kann. So sprechen schwedische Schüler von ihren Lehrern als „Freunde“. Interessanterweise gibt uns auch die moderne Gehirnforschung wertvolle Hinweise, wie wir das Lernen der Zukunft verbessern können.

Wir alle sind gefordert und jeder von uns trägt dabei eine ganz besondere Verantwortung - gut so, denn immerhin geht es um das wertvollste Gut, das wir besitzen: Unseren Nachwuchs.

Viel Spaß beim Lesen,
Ranga Yogeshwar

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ranga Yogeshwar', written in a cursive, flowing style.



Geschichte und Geschichten rund um die Schule



Schule ist so alt wie die Menschheit - vor dem Rechnen, Lesen und Schreiben steht das Auswendiglernen. So sind die großen Texte der Weltreligionen von Generation zu Generation weitergetragen worden - mündlich.

„Erziehung ist alles. Der Pfirsich war einmal eine Bittermandel, und der Blumenkohl ist nichts anderes als ein Kohlkopf mit akademischer Bildung...“ So stutzte schon Mark Twain die Arroganz der gebildeten Klasse zurecht – Menschen, die gerne vergessen, was sie Lehrern und Eltern, Schule und Erziehung verdanken. Im Guten und im Schlechten. Gute Erziehung kann das in jedem schlummernde Potenzial seiner unverwechselbaren Einzigartigkeit wecken. Das englische Wort „education“ verrät es: In ihm steckt das lateinische „educare“ (herausführen). Aber Wunder können Schule und Erziehung nicht vollbringen – aus keiner Bittermandel wird ein Blumenkohl werden.

Wer an Schule und an seine persönlichen Erfahrungen mit ihr denkt, empfindet oft Widersprüchliches: Freude und Ohnmacht, Kreativität und Langeweile stehen nebeneinander. Das betrifft nicht nur Schüler und Kinder – auch Lehrer und Eltern kennen diese Momente.

Non scholae, sed vitae – nicht für die Schule, sondern für das Leben...

Schule und Erziehung kennzeichnen und prägen unser ganzes Leben. Und das hat einen Grund in der Entwicklung des Menschen. Denn auf der ganzen Erde gibt es kein Tier, das seinen Nachwuchs so lange erziehen muss wie der Mensch. Nirgendwo ist die Spanne von der Geburt bis zur Eigenständigkeit so lang wie beim Menschen. Und diese Spanne ist geprägt durch Erziehung. Wir nennen sie „Schule“: im direkten Sinn, wenn die Kinder in die Schule eines extra dafür bestellten Lehrers gehen, oder im übertragenen Sinn, wenn Vater und Mutter ihre Söhne und Töchter auf das Leben vorbereiten. Diese „Schule des Lebens“ ist so alt wie die Menschheit. Denn ohne Erziehung kein Überleben, keine Kultur und Religion, keine Wissenschaft. Doch Zeugnisse des Menschheit-Phänomens „Schule“ aus der fernen Vergangenheit sind rar. Dies mag damit zusammenhängen, dass zum Beispiel einem, der liest, die Erinnerung daran, wie er Lesen gelernt hat, abhanden kommt. Es ist nicht mehr wichtig.

Schule – die Anfänge

Die Geschichte der Hochkulturen am Nil, an Euphrat und Tigris ist nicht denkbar ohne irgendeine Form von „Schule“.

So findet sich schon auf einem viertausend Jahre alten sumerischen Tontäfelchen der Aufsatz eines Schülers: „Ich ging ins Tafelhaus, las meine Tafel, aß mein Frühstück, machte eine neue Tafel und beschrieb sie. Dann ging ich nach Hause und erzählte meinem Vater von meiner schriftlichen Arbeit. Am frühen Morgen weckt er mich. Ich will nicht zu spät kommen, sonst schlägt mich mein Meister.“ Die Archäologen finden kleine Lehrbücher in Rechtschreibung, Tafeln mit dem kleinen Einmaleins, Dreisatzaufgaben und vieles mehr. Überall: in Babylon, in Sumer, in Ägypten. Solche Schulen sind allerdings ein Privileg der Elite. Die hochzivilisierten Gesellschaften brauchen Beamte und Priester, die lesen, schreiben und rechnen können, die in der Lage sind, ein ganzes Reich zu verwalten. Die breite Masse der Kinder ist auf der Schule nicht zu finden.

„Innehalten bei der Arbeit“

Schule, wie wir sie kennen, ist eine Erfindung der klassischen Antike. Sogar das Wort Schule kommt aus dem Griechischen: schole bedeutet zunächst „Muße, Ruhe, Innehalten bei der Arbeit“. Das belegt den Ursprung der Schule als Ort, an dem planmäßig gelernt wird – und nicht hart körperlich gearbeitet.

In klassischer und hellenistischer Zeit (also zwischen 800 vor und 500 nach Christus) mutieren die kleinen griechischen Städte zu wirtschaftlich und kulturell bedeutenden Kleinstaaten mit Kaufleuten, Handwerkern, Soldaten, Priestern und Beamten. Und die brauchen eine breite Bildung. Darum besuchen alle Söhne der freien Bürger – auch die der unteren Bevölkerungsschicht – im Alter von sieben bis vierzehn Jahren die Elementarschule. Neben Lesen, Schreiben und Rechnen gibt es Sport (zur Ertüchtigung und als Vorbereitung aufs Militär), Musik und Malen. Die Lehrer sind „Quereinsteiger“: aus gutem Hause, aber durch Unfall, Verwundung oder Exil zum Lehrberuf gezwungen. Für die Schüler-Elite folgen nach der Elementarschule Oberschulen und Universitäten.

Auch in Rom und dem ganzen Römischen Reich bilden sich nach diesem Vorbild Schulen aus. Karl der Große errichtet im Heiligen Römischen Reich Deutscher Nation – dem heutigen Europa – ein einheitliches Schulwesen. In Latein- und Domschulen bildet sich das heran, was man heute "europäische Kultur" nennt.



Latein war vom Mittelalter bis ins 18. Jahrhundert in ganz Europa die Gelehrten- und Wissenschaftssprache. Auf Lateinschulen büffelten die Schüler Vokabeln, Grammatik und mussten Texte repetieren. Von einem modernen Sprachunterricht kann nicht die Rede sein.



Die Schule von heute sieht nur äußerlich aus wie die Schule der vergangenen Jahrhunderte: Die allgemeine Schulpflicht gab es erst ab 1717 in Preußen, die Grundschule für alle gibt es in Deutschland erst seit 1919. Heute sind Mädchen so selbstverständlich in der Schule wie Jungen - aber das war nicht immer so.



Lernen in der Schule



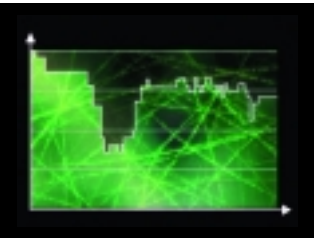
Der Blick in die Klassenzimmer – Ein Experiment

Noch immer findet Unterricht in Deutschland weitgehend hinter verschlossenen Türen statt. Die Lehrer kommen zwar gut mit ihren Kollegen aus, aber die wenigsten wollen sich bei der Arbeit zuschauen lassen. Doch allmählich findet ein Umdenken statt. Zumindest von Außenstehenden lassen sich Lehrer über die Schulter blicken. Quarks & Co hat daher gemeinsam mit Wissenschaftlern des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel einen Versuch gemacht. Drei Klassen der neunten und zehnten Jahrgangsstufe wurden mit der Kamera im Physikunterricht beobachtet. Jeder Schüler bekam eine Art Fernbedienung, mit der er während des Unterrichts angeben konnte, ob er gerade dem Unterricht folgt oder nicht. Wir wollten wissen: Wann schalten Schüler ab, wann sind sie motiviert?

Fast 400 Lehrer wurden deutschlandweit zu ihrem Unterricht und ihren Methoden befragt.



Verlauf der Aufmerksamkeit der Schüler einer 9. Klasse während einer 45-minütigen Physikstunde zum Thema Kraft.



Verlauf der Aufmerksamkeit der Schüler einer 10. Klasse während einer 45-minütigen Physikstunde zum Thema Elektrizität.

Nicht die Verpackung zählt, sondern der Inhalt

Als Erstes fiel auf: Die Schüler reagieren sehr sensibel auf jeden Wechsel in der Unterrichtsform, zum Beispiel vom Klassengespräch zum Experiment. In diesen kritischen Phasen kann die Aufmerksamkeit stark steigen, aber auch tief sinken. Dabei täuscht häufig der erste Eindruck beim Blick in die Klasse. Wenn die Schüler zum Beispiel experimentieren dürfen, steigt nicht automatisch ihre Aufmerksamkeit. Genau das Gegenteil kann der Fall sein. Zum Beispiel wenn die Anweisungen zu kleinschrittig sind, die Schüler also nicht wirklich etwas erforschen können. Sie fühlen sich dann wie Ausführungsgehilfen und Stichwortgeber und steigen schließlich aus.

Das andere Extrem: Auch wenn die Anweisungen zu offen sind und dadurch der Ablauf des Experimentes unklar bleibt, lässt die Konzentration nach. Die Schüler verstehen nicht, wo das Ziel liegt – sie schalten innerlich ab. Das zeigt der Abfall der roten Kurve nach rund 15 Minuten. Erst wenn sie nach einer Hilfestellung des Lehrers oder der Mitschüler verstanden haben, um was es eigentlich geht, sind sie auch wieder dabei: Bei rund 18 Minuten steigt die rote Kurve wieder an. Genauso wenig wie ein Experiment hohe Aufmerksamkeit garantiert, führt ein Lehrervortrag zwangsläufig zu mangelndem Interesse. Gibt er den Schülern beispielsweise die Möglichkeit, ihr Vorwissen einzusetzen oder einen Bezug zu ihrer Lebenswelt herzustellen, sind sie bei der Sache. Aber selbst wenn

das nicht der Fall ist, bleiben die Schüler häufig am Ball. Denn sie haben gelernt, wann sie aufmerksam sein müssen, auch wenn der Unterricht langweilig ist. Der Grund: In solchen trockenen Phasen fasst der Lehrer häufig den Stoff noch einmal zusammen. Wer bei der nächsten Klassenarbeit gut abschneiden will, passt dann lieber auf. Es besteht allerdings die Gefahr, dass dadurch trotz Lernzuwachs der Spaß am Lernen auf der Strecke bleibt und das Interesse am Fach nachlässt.



Verlauf der Aufmerksamkeit der Schüler einer 9. Klasse während einer 45-minütigen Physikstunde zum Thema Optik.

Auf die Lehrerausbildung kommt es an

Immerhin wissen die meisten Lehrer, was guten Unterricht auszeichnet. So ist es zum Beispiel besonders motivierend, wenn Klassengespräche offen geführt werden oder den Schülern die Zeit gelassen wird, Fehler anhand ihrer Konsequenzen selbst zu erkennen. Doch obwohl sich viele Lehrer dieser „Erfolgsrezepte“ bewusst sind, handeln sie nicht unbedingt danach. Sie haben das Problem, dass sie selbst mit den alten Konzepten groß geworden sind und in ihrer Ausbildung vieles nur theoretisch erfahren haben. Das soll sich in Zukunft jedoch ändern.

Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung in Berlin erforschen im Rahmen von PISA 2003, welche konkrete Vorgehensweise der Lehrer zu welchen Leistungs- und Motivationsänderungen bei den Schülern führt. Die Ergebnisse sollen dann in die Ausbildung der Lehrer von morgen einfließen. Dies ist einer von vielen notwendigen Schritten, damit die Lehrer lernen, ihr theoretisches Wissen sinnvoll anzuwenden und mit mehr Sensibilität auf die Probleme ihrer Schüler reagieren zu können.



Am Ende wird der Inhalt der Stunde noch einmal vom Lehrer zusammengefasst und ins Heft diktiert.



Warum schwimmt ein Schiff?



Warum schwimmt ein Schiff?

Fragt man Kinder in der Grundschule: „Warum schwimmt ein schweres Schiff?“, dann haben sie eine Vielzahl von Vermutungen parat:

„Die Schiffe gehen nicht unter, weil sie Schrauben, Motoren und andere Maschinen haben! Ich glaube die Motoren und die Schrauben halten das Schiff oben und stützen es ab.“ –

„Vielleicht weil es so eine rundliche Form hat.“ –

„Weil unter dem Schiff Kugeln mit Luft sind.“ –

„Weil es unten ganz spitz ist und es oben immer dicker wird.“

Diese Vermutungen haben mit der tatsächlichen physikalischen Erklärung wenig gemein. Wenn in der Schule solche Themen behandelt werden, wäre es wünschenswert, wenn die Schüler ihre Vorstellungen so ändern, dass sie anschließend – im wissenschaftlichen Sinne – „richtiger“ sind. Wie das schon in der Grundschule gelingen kann, untersucht Angela Jonen von der Universität Münster. Sie hat eine acht Doppelstunden umfassende Unterrichtseinheit entwickelt, die sie bereits in vielen dritten Klassen getestet hat. Die vorläufigen Ergebnisse sind verblüffend und ermutigend: So haben Mädchen zwar weniger Vorkenntnisse; nach dem Unterricht sind sie aber genauso gut wie die Jungen. Ähnliches gilt für lernschwache Schüler: Auch sie profitieren von diesem Unterricht in besonderem Maße.

Physik im Schwimmbad

Das Besondere an diesem Unterricht ist, dass die Kinder selbst ihre Vorstellungen mit Experimenten überprüfen müssen. Häufig merken sie dabei: „Meine Erklärung stimmt gar nicht“. Nun gilt es, weiter zu forschen. Neue Ideen werden entwickelt und mit den Klassenkameraden diskutiert, die Denkansätze wieder im Experiment überprüft. Hintergrund dieser Unterrichtsmethode ist eine Erkenntnis darüber, wie das Lernen funktioniert: Wissenschaftler sprechen vom Lernen als Konstruktion von Wissen. Das heißt nichts anderes, als dass sich neues Wissen immer auf der Grundlage des bereits vorhandenen Wissens (Vorwissens) entwickelt. Dieser „Konstruktionsdrang“ ist so stark, dass ein erfolgreicher Unterricht genau bei diesem Vorwissen ansetzen muss: Für das Thema „Schwimmen und Sinken“ bedeutet das beispielsweise, dass die Doppelstunde im Schwimmbad

von ganz großer Bedeutung ist. Viele Kinder vermuten nämlich, dass das Wasser schwere Sachen nach unten zieht und nur leichte Dinge schwimmen können. Damit die Kinder ihre Denkfehler erkennen, reichen „kleine“ Experimente im Klassenzimmer häufig nicht aus – so stark „glauben“ viele Kinder an ihre eigenen Vorstellungen vom Schwimmen und Sinken. Erst die Vielzahl der Experimente im Schwimmbad ermöglicht den Kindern, dass sie auf ganz unterschiedliche Weise den Auftrieb des Wassers am eigenen Körper erfahren: Im Wasser fällt das gegenseitige Hochheben merklich leicht. Draußen müssen dafür alle Kräfte zusammengenommen werden. Erst solche intensiven Erfahrungen machen es möglich, dass die Schüler ihre falschen Vorstellungen aufgeben. Am Ende der Stunde haben die Kinder einen entscheidenden Lernschritt gemacht. Sie sagen in ihrer Sprache: Das Wasser drückt alles nach oben – und meinen damit, dass die Auftriebskraft des Wassers auch bei Dingen wirkt, die nicht schwimmen. Sie werden unter Wasser scheinbar leichter.



An Land fällt das gegenseitige Hochheben deutlich schwerer als im Wasser.

Warum das Lernen in der Pubertät so schwer fällt

„Jugend ist beständige Trunkenheit: Sie ist das Fieber der Vernunft“, so beschrieb schon La Rochefoucauld eine Phase, durch die jeder muss: die Pubertät. Eltern und Lehrer können ein Lied davon singen, aber auch die Jugendlichen selbst erleben diese Zeit des Noch-Nicht-Erwachsen-Seins nicht immer nur positiv. Im Körper regen sich die „ersten“ Gefühle, Pickel bevölkern die Haut und sind nur Vorboten der „hormonellen Kapriolen“, die noch bevorstehen. Aktuelle Gehirnforschungen zeigen, dass in der Pubertät noch ganz andere, bisher unbekannte Mechanismen am Werke sind.

Die Pubertät fordert ihren Tribut

Wirklich erstaunlich ist das Ergebnis eigentlich nicht – aber nun können Erziehungswissenschaftler beweisen, was sie bisher nur vermutet haben: In der Pubertät, also zwischen den Klassen sieben und neun, ist der Lernzuwachs an den Schulen nicht der Rede wert. Über 170 Seiten dick ist die Hamburger Lernen-Ausgangslage-Untersuchung „LAU 9“. Akribisch ist dort aufgelistet, was die Erziehungswissenschaftler über mehrere Jahre getestet haben: die Leistungen der Schüler in





Typischer Unterricht an einer deutschen Schule. In der Pubertät nur Quälerei ohne Lernerfolg?



Französischunterricht in der Oberstufe eines Gymnasiums für Fremdspracherwerb; wahrscheinlich viel zu spät, so die Gehirnforschung.

Rechtschreibung, ihre Deutschkenntnisse, aber auch ihr Englisch oder die Rechenkünste in Mathematik. Das Fazit ist ernüchternd: Vor allem die Klassenbesten in der siebten Klasse hatten bis zur Klasse neun kaum etwas dazugelernt. Statt Lernzuwachs glichen sich die Leistungen schwacher und starker Schüler nur mühsam einander an. Läuft also in der Schule etwas falsch?

Baustelle im Kopf

In den letzten Jahren haben Hirnforscher erkannt, was sich im pubertierenden Gehirn abspielt – in dieser „Baustelle im Kopf“. Erst jetzt wissen wir, warum Jugendliche mehr Schlaf als Erwachsene brauchen: Eine verzögerte Bildung des Hormons Melatonin verhindert, dass sie rechtzeitig müde werden. Viele gehen erst nach zwölf ins Bett und können trotzdem noch nicht schlafen. Ist es also wirklich klug, den Unterricht für diese Gruppe so früh zu beginnen?

Die Gehirnforscher entdeckten noch etwas viel Dramatischeres. Der Neurologe Jay Giedd von den National Institutes of Health im US-Bundesstaat Maryland untersuchte mit seinem Kernspinnresonanz-Gehirnscanner fast 150 Teenagerhirne und zeigte etwas, was der Hirnforschung bislang noch nicht bekannt war: Das menschliche Gehirn erlebt zu Beginn der Pubertät einen regelrechten Wachstumsschub vor allem im präfrontalen Kortex, in dem Impulse und Regungen gehemmt oder gesteuert werden. Myelin, das die weiße Gehirnsubstanz bildet – eine weiche, fettähnliche Masse – tritt dramatisch mehr auf: im Lebensalter von zehn bis zwanzig Jahren um volle 100 Prozent! Bisher hatte man geglaubt, bis zum fünften Lebensjahr sei die Myelinbildung im Zentralnervensystem nahezu abgeschlossen.

Dieses Myelin hüllt die Axone ein, die langen Fortsätze der Nervenzellen im Gehirn. Die Nerven-Signale laufen dadurch 100-mal schneller, sie erreichen eine Geschwindigkeit von 100 Metern pro Sekunde! Allerdings hat diese Effizienz ihren Preis: Gehirnverbindungen sind nun starrer und nicht mehr so flexibel. Bei Kleinkindern ist das noch nicht der Fall. Deshalb haben sie nicht die geringste Schwierigkeit, Fremdsprachen zu lernen. Sie lernen Vokabeln und Grammatik quasi im Spiel. Der amerikanische Hirnforscher Harry Chugani fragt sich daher, warum sich Schüler erst in der kritischen Phase des Gehirns daran machen müssen, in der Schule Sprachen zu lernen. Die Hirnforschung sagt: eindeutig zu spät.

Wie Kinder rechnen

Manchmal ist es gar nicht so einfach, die Kreativität von Kindern wirklich zu erkennen. Zum Beispiel im Mathematikunterricht. Diese Aufgabe bekam die neunjährige Annika in einer Klassenarbeit gestellt: „Der Apotheker füllt 1,750 kg Salmiakpastillen in Tüten zu je 50 g.“ Frage: „Wie viele Tüten erhält er?“

Annikas Lösungsweg:

$$\begin{aligned} 1,750 \text{ kg} &: 50 \text{ g} \\ 2 \times 7 &= 14 \\ 1 \times 1 &= 1 \\ 2 \times 10 &= 20 \\ 35 \end{aligned}$$

Die Lösung stimmt, aber der Rechenweg ist auf den ersten Blick nur schwer zu durchschauen. Doch Annika hat sich etwas Cleveres dabei gedacht. Nämlich, dass 100 g zwei 50-g-Tüten entsprechen. 700 g bedeutet also $2 \times 7 = 14$ Tüten. Die 50 g drückt sie durch $1 \times 1 = 1$ aus. Die Anzahl der Tüten für die restlichen 1.000 g berechnet sie entsprechend als $2 \times 10 = 20$. Dann addiert sie $14 + 1 + 20$ und kommt zum Ergebnis 35. Ganz schön clever!

Viele Wege führen zum Ziel

Gerade in der Mathematik herrscht die Auffassung vor, dass es für jede Aufgabe einen ganz bestimmten Lösungsweg gibt. Dabei führen oft viele Wege zum Ziel.

Nehmen Sie zum Beispiel die Aufgabe $63 - ? = 37$. Wie würden Sie das rechnen?

Die Wissenschaftler Hartmut Spiegel und Christoph Selzer haben mehrere hundert Erwachsene gebeten, ihre Rechenwege festzuhalten. Es ergaben sich sage und schreibe 19 verschiedene Möglichkeiten.

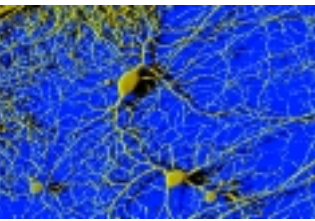
Sieben davon haben wir rechts aufgeschrieben:

Was für Erwachsene gilt, trifft natürlich auch für Kinder zu. Kinder sind unterschiedlich, und sie denken unterschiedlich. Und die Vielfalt ihres Denkens muss im Unterricht Beachtung finden.

$63 - 23 = 40$
$40 - 3 = 37$
$23 + 3 = 26$
$63 - 6 = 57$
$57 - 20 = 37$
$20 + 6 = 26$
$63 - 30 = 33$
$33 + 4 = 37$
$30 - 4 = 26$
$37 + 3 = 40$
$40 + 20 = 60$
$60 + 3 = 63$
$3 + 20 + 3 = 26$
$37 + 20 = 57$
$57 + 6 = 63$
$20 + 6 = 26$
$63 - 30 = 33$
$33 - 7 = 26$
$63 - 40 = 23$
$23 + 3 = 26$



Beim Lernen ins Gehirn geschaut



Die Nervenzellen mit ihren unzähligen Verbindungen bilden ein dichtes neuronales Netz.

Unser Gehirn ist ein Weltmeister: ein Weltmeister im Lernen. Wenn wir erfolglos Vokabeln büffeln, mag uns das nicht gerade einleuchtend erscheinen. Doch unser Gehirn ist genau dafür konzipiert, und es ist im Grunde immer mit dem Lernen beschäftigt. Von der Geburt bis ins hohe Alter kommt da so einiges zusammen. Natürlich vergessen wir auch Dinge, aber vieles bleibt ein Leben lang gespeichert. Die Frage ist: wo?

Ein genauer Speicherort lässt sich nicht festlegen, denn ein gelernter Zusammenhang wird nicht einfach in einer der mehr als 100 Milliarden Nervenzellen abgelegt. Denn das würde ja bedeuten, dass zunächst viele Nervenzellen „leer“ sind, sie sich im Laufe der Zeit mit Informationen füllen und so der Speicherplatz immer kleiner wird, bis schließlich alle Nervenzellen „voll“ sind und wir nichts mehr lernen können.

Unser Gehirn ist als riesiges Netzwerk angelegt. Jede Nervenzelle ist mit bis zu 10.000 anderen verbunden und tauscht mit ihnen elektrische Impulse aus.

Wenn wir eine bestimmte Sache denken, ausführen oder lernen, ist entscheidend, welche Nervenzellen dabei gemeinsam elektrische Impulse abfeuern. Ein gelernter Zusammenhang spiegelt sich also in einem bestimmten Aktivierungsmuster des neuronalen Netzes wider. Bei 100 Milliarden Nervenzellen mit jeweils 10.000 Verbindungen sind die Kombinationsmöglichkeiten für diese Muster nahezu unbegrenzt. Wir können immer wieder Neues lernen, ohne dass dadurch Altes verloren geht. Beim Vergessen spielen andere Prozesse eine Rolle.

Das Netz wird aufgebaut



Der Aufbau der Nervenverbindungen, dargestellt als Wegesystem des Gehirns.

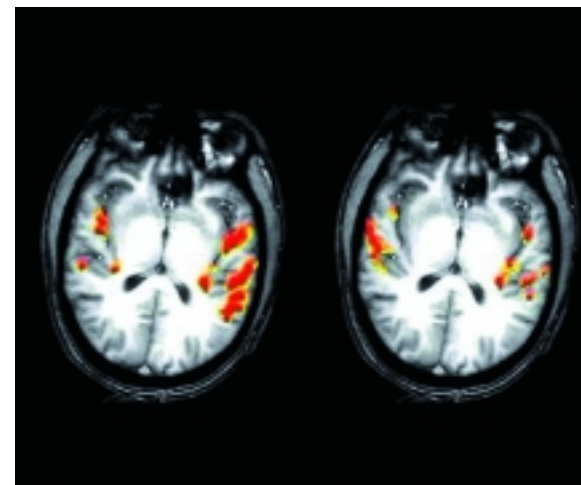
Die Nervenzellen sind bei der Geburt schon alle vorhanden – die meisten Verbindungen dagegen müssen sich erst noch aufbauen. Sie sind anfangs noch recht dünn und elektrische Impulse können nur langsam transportiert werden. Die Verknüpfung mit anderen Nervenzellen verfolgt zunächst kein spezielles Ziel; wichtig ist nur, möglichst viele Verbindungen herzustellen. Parallel dazu läuft ein anderer Prozess, der mit zunehmendem Alter immer wichtiger wird: Häufig verwendete Nervenbahnen werden mit einer isolierenden Schicht aus Myelin umhüllt. Dadurch kommen die elektrischen Impulse ca. 30-mal schneller voran (ca. 100 Meter pro Sekunde). Andere Nervenbahnen, die kaum oder gar nicht benutzt werden, bauen sich dagegen ab. Ungefähr bis zum Alter von zwei Jahren überwiegt der Aufbau

neuer Nervenfasern. Danach gewinnt der zweite Prozess die Oberhand und die Zahl der Verbindungen sinkt. Ab dem 20. Lebensjahr gibt es dann nur noch wenige Veränderungen. Das neuronale Netz ist jetzt sehr schnell, aber unflexibler.

Gelerntes braucht weniger Platz

Auch wenn das Nervenwachstum im Gehirn irgendwann weitgehend zum Stillstand kommt, bedeutet das nicht, dass wir dann nichts mehr lernen können. Wie oben beschrieben, kommt es auf die Aktivierungsmuster an – sozusagen auf die Software und nicht nur auf die Verdrahtung. Wenn wir etwas lernen, verändert sich das Aktivierungsmuster. Bekommen wir zum Beispiel die Aufgabe gestellt, bei einer Reihe von Tonfolgen zu entscheiden, ob die Tonhöhe ansteigt oder abfällt, sind zunächst relativ große Bereiche des so genannten Hörkortex aktiv. Alles, was eventuell bei der Entscheidung helfen kann, wird hinzugeschaltet (siehe Bild, linke Hälfte).

Mit der Zeit werden die Bereiche, die für die Entscheidungen unwichtig sind, wie zum Beispiel die Verarbeitung der Lautstärke, heruntergefahren. Schließlich ist nur noch ein kleiner Bereich aktiv mit der Lösung der Aufgabe beschäftigt (siehe Bild, rechte Hälfte). Dadurch hat das Gehirn auch wieder Kapazitäten frei, um sich mit anderen Dingen zu beschäftigen – zum Beispiel etwas Neues zu lernen.



Die aktiven Gehirnbereiche des Hörkortex sind rot markiert.

links: beim Lösen einer neuen Aufgabe;

rechts: beim Lösen einer geübten Aufgabe.



Vorbild Schweden?



Das Södra Latins Gymnasium mitten in Stockholm - nicht nur ein imposantes Gebäude von 1891, sondern eine typische, moderne, quicklebendige schwedische Schule

Jeder musste sie besuchen, und deshalb glaubt auch jeder mitreden zu können, wenn es um dieses Thema geht: die Schule. Ein Vorschlag jagt den anderen. Die einen klagen über mangelnden Respekt der Schüler den Lehrern gegenüber, andere fordern Gesamtschulen, manch einer wünscht sich Ganztagschulen... Die Standpunkte sind vielfältig, denn spätestens, seitdem Deutschland in der PISA-Studie schlecht abgeschnitten hat, ist klar: In deutschen Schulen, Klassenzimmern und Elternhäusern muss sich viel ändern. Aber was? Helfen kann da ein Blick ins Ausland.

Erst „skola“, dann Gymnasium – das schwedische Schulsystem

Weit vorne in der PISA-Studie lag Schweden. Nur eine winzige Minderheit der schwedischen Schüler besucht private Schulen, wie beispielsweise Montessori- und Waldorfschulen. 99 Prozent der Schweden beginnen ihre Schulkarriere auf der Gesamtschule, „skola“ genannt. Neun Jahre lang lernen sie dort. Darauf baut die differenzierte Gymnasialschule mit einem breiten Spektrum weiterführender Bildungsgänge auf. Gut 90 Prozent der Schweden besuchen dieses Gymnasium, rund 70 Prozent erreichen die Hochschulreife, die unserem Abitur entspricht. Verglichen mit den deutschen 32 Prozent ein beeindruckendes Ergebnis.



Schüler treffen sich kurz vor dem Unterricht mit ihren Mitschülern und schließen ihre Sachen in ihren persönlichen Schrank.

Ein Tag im Södra Latins Gymnasium

Quarks & Co hat sich am Södra Latins Gymnasium umgesehen – eine typische schwedische Schule mitten in Stockholm. Beim Betreten des Gebäudes fällt sofort auf: Es ist ruhig. Mehr als 930 Schüler und ihre 130 Lehrer gehen hier täglich ein und aus. Und doch ist es erstaunlich still und diszipliniert – auch und gerade in den Pausen. Der Unterricht beginnt um 8.20 Uhr. Die Schüler treffen sich aber oft schon früher. Jeder bringt seine persönlichen Sachen in einem eigenen Spind unter. Wenn der Unterricht beginnt, schließt der Lehrer die Tür des Klassenzimmers von innen ab. Wer zu spät kommt, muss draußen warten. Erst nach zehn Minuten darf er klopfen. So ist es überall an schwedischen Schulen. Bei unserem Besuch sahen wir allerdings niemanden zu spät kommen.

Die Erziehung zur Selbstständigkeit scheint zu fruchten: Zur Mittagszeit sieht man in der Kantine keine Aufsichtsperson und keinen Lehrer. Die Schüler nehmen sich ihr kostenloses Essen und bedienen sich selbst – es funktioniert.

Überall im Schulgebäude kann man sich zurückziehen: zum Lesen, Arbeiten oder Kaffeetrinken. Neben der Kantine gibt es noch Cafeterias und mehrere große Bibliotheken. Auf den Gängen stehen Klaviere oder Computer mit Internetzugang. Diese Ausstattung lassen sich die Schweden einiges kosten: Sie geben etwa 8,5 Prozent ihres Bruttoinlandsprodukts für die Schulen aus – ein Drittel mehr als die Deutschen.

Auf dem Weg zur Hochschulreife muss jeder Schüler mindestens acht Kernfächer belegen: Schwedisch, Englisch, Gesellschaftswissenschaften, Religionswissenschaft, Mathematik, Naturwissenschaften, Sport und Gesundheit. Angehende Abiturienten wählen in Schweden außerdem eines von 17 Schwerpunkt-fächern aus den Bereichen Naturwissenschaften, Sprach- und Sozialwissenschaften, Musik und Kunst. Selbst im Fach Ballett kann man am Södra Latins Gymnasium Abitur machen.

Weniger Geld, mehr Anerkennung: Lehrer in Schweden

Eva Allard ist Lehrerin für Naturwissenschaften. In ihrer rund zehnköpfigen Klasse lösen die Schüler ihre Aufgaben weitgehend selbstständig. Dazu haben die Schüler drei nebeneinander liegende Räume zur Verfügung: den Klassenraum, die naturwissenschaftliche Bibliothek und den Computerraum. Dort arbeiten sie allein oder in Gruppen. Für Fragen und Probleme hat die Lehrerin immer ein offenes Ohr. Auch nach dem Unterricht; denn wie alle Lehrer Schwedens ist sie von den insgesamt 45 1/2 Wochenstunden mindestens 34 Stunden in ihrem eigenen Büro in der Schule präsent. Die schwedischen Lehrer sind 194 Tage des Jahres in der Schule, 16 Tage mehr als die Schüler. Dabei werden Eva Allard und ihre Kollegen schlechter bezahlt als in Deutschland – sie verdienen rund 30 Prozent weniger als deutsche Lehrer.

Fazit: Eine Lektion „Schwedisch“ schadet nicht

Der Besuch an einem schwedischen Gymnasium ist für Deutsche lehrreich. Allerdings ist das dortige Schulsystem eng mit der schwedischen Gesellschaftsstruktur verwoben. Deshalb lässt es sich kaum eins zu eins auf Deutschland übertragen. Und: Auch in Schweden wachsen die Bäume nicht in den Himmel – denn auch dort steht das Schulsystem unter finanziellem Druck. Eine Lektion „Schwedisch“ lohnt sich aber auf jeden Fall.



Kostenloses Mittagessen um 12 Uhr in der Kantine - jeder bedient sich selbst. Es geht auch ohne Aufsicht.



Pause in einer Cafeteria - eine Schülerin unterhält ihre Freunde und erholt sich vom Unterricht.



Die Lehrerin für Naturwissenschaften Eva Allard beim Chemieunterricht.




Politikern auf den Zahn geföhlt




Anne Sophie Lockner und Jana Viktoria Schwager stellten Politikern Fragen aus ihren Klassenarbeiten

Als Schüler hört man ja immer: „Nicht für die Schule, sondern fürs Leben lernen wir.“ Aber lernt man in der Schule wirklich fürs Leben? Für Quarks & Co haben Anne Sophie Lockner und ihre Freundin Jana Viktoria Schwager, zwei 13-jährige Mädchen aus Berlin, nachgefragt: Können Erwachsene Fragen aus der Schule beantworten? Für ihren Test besuchten sie eine ganz besondere Adresse: Platz der Republik 1 – Deutscher Bundestag.

Für den Test haben Jana und Anne Sophie Fragen aus Klassenarbeiten der 5. bis 7. Klasse sowie Verständnisfragen aus Schulleistungstests ausgewählt. Das ernüchternde Ergebnis: Wäre die Fragen-Auswahl eine Klassenarbeit gewesen, dann müssten viele Politiker mit einer vier oder fünf rechnen.

1	Die Zahl 111 im Dualsystem ist welche Zahl im Dezimalsystem?
2	Wieviel qm hat ein Ar?
3	Was steht im Artikel 7 des GG?
4	In welcher oder welchen der drei Positionen wirkt die Schwerkraft auf den Apfel? 
5	Bestimmen Sie rechnerisch die fehlende Zahl: Der Minuend ist 312, die Differenz 52.

Welche Bruchzahl liegt genau in der Mitte von $\frac{1}{3}$ und $\frac{5}{9}$?	6
Ein Koch kauft einen ganzen Schinken für 100 Euro. Wie viel Mehrwertsteuer ist darin enthalten?	7
7 Baguette-Brötchen kosten 3,15 Euro. Wie viel kosten 11 Baguette-Brötchen?	8
Wenden Sie die entsprechende binomische Formel an: $H(a-b)^2$	9
Geben Sie das Formelzeichen und die Maßeinheit für Kraft an.	10
Wann waren die Perserkriege?	11
Welche Flugbahn nimmt eine Stahlkugel, die durch diese Spirale hindurchgeschossen wird, wenn sie aus ihr mit hoher Geschwindigkeit austritt? 	12
Wann entdeckte Christopher Kolumbus Amerika?	13
Wann war der Investurstreit?	14



FRAGENKATALOG

15

Wann, wo und von wem wurde Karl der Große gekrönt?

16

Wann war der Reaktorunfall von Tschernobyl?

17

Nennen Sie drei Vulkane in Europa.

18

Nennen Sie alle Nachbarländer Deutschlands und ihre Hauptstädte.

19

Bitte übersetzen Sie folgende englische Verben in Infinitiv, simple past und past participle:

sein _____

fangen _____

verlassen _____

anzünden _____

bringen, nehmen _____

20

Bezeichnen Sie die Teile einer Blüte.



Wo im Orchester sitzen die Harfen und Posaunen?



Erklären Sie die Bedeutung des „Taschengeldparagraphen“ (BGB § 110)

Die Antworten finden Sie auf Seite 25 bis 27



21

22

FRAGENKATALOG

Lesetipps

„Lernen - Gehirnforschung und die Schule des Lebens“

Wie lernt unser Gehirn, wie speichert es Informationen ab und warum funktioniert das mit zunehmendem Alter nicht mehr so gut? Welche Erkenntnisse der Hirnforschung lassen sich auf die Schule übertragen? Manfred Spitzer fördert Überraschendes zu Tage und scheut auch nicht den Vergleich zwischen Naturschutz und Pokémon-Figuren.

Autor: Manfred Spitzer
Titel: Lernen - Gehirnforschung und die Schule des Lebens
Verlagsangaben: Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg/Berlin 2002
ISBN: 3-8274-1396-6
Sonstiges: Preis: 29,95 Euro

„Bildung - Wie das Lernen wieder Spaß macht“

Bildung findet nicht nur in der Schule statt. Das Geo Wissen-Heft bietet einen Überblick: von Hirnforschung über die Bedeutung von Quizshows bis zu Schulen im Ausland.

Titel: Geo Wissen
„Bildung - Wie das Lernen wieder Spaß macht“
Verlagsangaben: Gruner + Jahr, Hamburg 2003
ISBN: 3-570-19403-5
Sonstiges: Preis: 8 Euro

„Wie Kinder rechnen“

Manchmal ist es gar nicht so einfach, die Kreativität von Kindern wirklich zu erkennen. Häufig sind sie viel schlauer als wir; zum Beispiel im Mathematikunterricht. Die Autoren Hartmut Spiegel und Christoph Selter – beide Professoren für Mathematik und ihre Didaktik, aber auch ausgebildete Grundschullehrer – beschreiben mit zahlreichen Beispielen, wie Kinder rechnen und was sie sich dabei denken. Jeder Mathe-Lehrer sollte dieses Buch gelesen haben. Eltern empfehlen wir dagegen das Buch „Kinder & Mathematik“ der selben Autoren.

Autoren: Christoph Selter und Hartmut Spiegel
Titel: Wie Kinder rechnen

Verlagsangaben: Klett Verlag,
ISBN: 3-12-199098-5
Sonstiges: Broschiert, 160 Seiten,
Preis: 18,64 Euro

Autoren: Christoph Selter und Hartmut Spiegel
Titel: Kinder & Mathematik.
Was Erwachsene wissen sollten

Verlagsangaben: Kallmeyer-Verlag,
ISBN: 3-78005238-5
Sonstiges: Preis: 14,90 Euro

„Kinder auf dem Wege zur Physik“

Das Buch ist eine wertvolle Fundgrube um zu verstehen, wie Kinder sich die Welt erklären. Wer als Erwachsener Kinder auf dem Weg zur Physik begleitet, sollte dieses Buch gelesen haben.

Autor: Martin Wagenschein
Titel: Kinder auf dem Wege zur Physik
Verlagsangaben: Beltz Verlag
ISBN: 3-407-22095-2
Sonstiges: Broschiert, 205 Seiten,
Preis: 12,90 Euro

„Alltagsphysik in Schülerversuchen“

30 Versuche zu den Themenbereichen Mechanik, Optik, Akustik und Elektrizitätslehre werden ausführlich vorgestellt und kommentiert. Sie haben alle einen konkreten Alltagsbezug und sind daher besonders geeignet, einen motivierenden Physikunterricht zu gestalten. Die Experimente gehen von „Start mit Vollgas“, über die „Angst des Torwarts beim Elfmeter“ bis hin zu „hohem und niedrigem Blutdruck“.

Autor: Peter Labudde
Titel: Alltagsphysik in Schülerversuchen
Verlagsangaben: Dümmler Verlag,
ISBN: 3-427-41583-X
Sonstiges: Broschiert, 122 Seiten,
Preis: 15,90 Euro



„Warum sie so seltsam sind“

Die Wissenschaftsredakteurin der New York Times und Mutter zweier Teenager weiß, wovon sie schreibt. Das Erscheinen des Buches von Barbara Strauch hat auch in Deutschland (und Europa) sein Medienecho gefunden. Zu Recht, denn dieses Buch gehört zum Besten, was in den letzten Jahren zu diesem Thema recherchiert und geschrieben wurde - spannend und amüsant zu lesen und doch hoch informativ. Eltern und Lehrer erfahren, was im Gehirn der Teenager wirklich abläuft - in dieser Baustelle im Kopf.

Autorin: Strauch, Barbara
Titel: Warum sie so seltsam sind –
Gehirnentwicklung bei Teenagern
Verlagsangaben: Berlin Verlag,
ISBN: 3-8270-0437-3
Sonstiges: Gebunden, 338 Seiten,
Preis: 19,90 Euro

„Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens“

Mit der 6. Auflage dieses Klassikers liegt das Werk in einer aktuellen und sehr verständlichen Form vor. Die neuen Erkenntnisse aus der Pädagogischen Psychologie, die in jüngerer Zeit eine vollständige Neuorientierung erfahren hat, sind hier umfassend dargestellt. Besonders positiv fällt auf, dass die Theorien nie ohne ihren konkreten Bezug zum Unterricht dargestellt werden.

Beim Lesen des Buches wird klar, warum Schule eigentlich gar nicht funktionieren kann und was sich ändern muss, damit Lehrer nicht weiterhin vor allem „träges“ Wissen vermitteln, sondern Schüler in die Lage versetzen können, das in der Schule Gelernte auch endlich zu verstehen. Das Buch eignet sich nicht nur für Studierende des Lehramts, sondern auch für „alte Hasen“ im Lehrerberuf.

Autor: Gerd Mietzel
Titel: Pädagogische Psychologie
des Lernens und Lehrens
Verlagsangaben: Hogrefe-Verlag Göttingen,
ISBN: 3-8017-1436-5
Sonstiges: Broschiert, 494 Seiten,
Preis: 36,95 Euro

Linktipps

Aktuelle Lern-Forschung

Die Abteilung „Erziehungswissenschaft und Bildungssysteme“ des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung Berlin führt zahlreiche Studien zum Thema Schule durch. Unter anderem PISA und TIMSS. Im Rahmen von PISA 2003 findet auch die Befragung der Lehrer statt.

<http://www.mpib-berlin.mpg.de/de/forschung/eub/index.htm>

Die Videostudie des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel. Unterrichtsrealität ungeschminkt.

<http://www.ipn.uni-kiel.de/projekte/video/videostu.htm>

Den Wissenszuwachs im neunten Schuljahr hat die Hamburger LAU 9 Studie wissenschaftlich dokumentiert. Eine Zusammenfassung ist als pdf-Datei abrufbar:

<http://www.hamburger-bildungsserver.de/schulentwicklung/lau/lau9.pdf>

Das lernende Gehirn

Leibniz-Institut für Neurobiologie – Zentrum für Lern- und Gedächtnisforschung, Magdeburg. Die Wissenschaftler untersuchen unter anderem, wie sich die Gehirnaktivitäten beim Lernen verändern, warum sich beim Lernen ein Glücksgefühl einstellt und wie negative Emotionen das Lernen behindern.

http://www.ifn-magdeburg.de/ifn_home_de.jsp

Das OECD Washington Center hat eine sehr interessante Publikation in Englisch herausgegeben: "Understanding the Brain: Towards a New Learning Science."

<http://www.oecdwash.org/PUBS/BOOKS/RPo24/rpo24ed.htm>

Ebenfalls nur auf Englisch verfügbar ist die pdf-Datei "Teenage Brain – A Work in Progress"; eine Veröffentlichung des amerikanischen National Institute of Health (Publication No. 01-4929):

www.nlm.nih.gov/publicat/teenbrain.pdf



Der britische Gehirnforscher und Neurologieprofessor Paul Thompson von der US-amerikanischen University of California in Los Angeles hat eine sehr schöne Homepage, auch mit den neuesten Forschungsergebnissen zur Gehirnentwicklung von Teenagern:

<http://www.loni.ucla.edu/~thompson/thompson.html>

Lernen in Schweden

Das von QUARKS besuchte Södra Latins Gymnasium hat seine eigene Homepage (auf Schwedisch):

<http://www.son.edu.stockholm.se/>

Eine Übersicht und "Sammelmappe" des schwedischen Schulsystems hat Thomas Hölscher zusammengestellt:

http://www.paedagogik.uni-osnabrueck.de/lehrende/solzbacher/lehre_sprechstd_/schwedensammelmapperichtig.htm

"Warum schwimmt ein Schiff?" – Neue Ansätze für den Unterricht

Das Seminar für Didaktik des Sachunterrichts an der Universität Münster beschäftigt sich intensiv mit der konstruktivistischen Sichtweise des Lernens in der Grundschule – auch in einem DFG-Forschungsprojekt:

<http://dds.uni-muenster.de/www/>

Beitrag aus der ZEIT über das Forschungsprojekt in Münster:

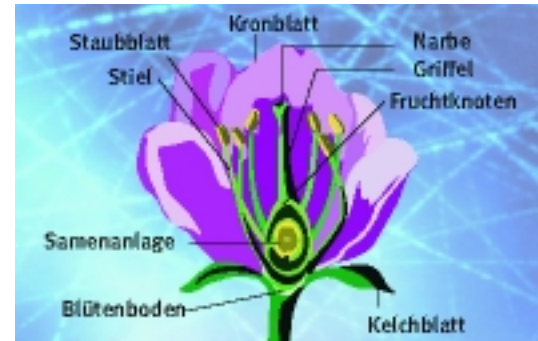
http://www.zeit.de/2002/10/Hochschule/200210_b-nw_in_grundsch.html

- 1. Die Zahl 111 im Dualsystem ist welche Zahl im Dezimalsystem?**
7 nämlich $1+2+4$
- 2. Wieviel qm hat ein Ar?**
100 qm
- 3. Was steht im Artikel 7 des GG?**
(Staatliches Schulwesen)
Das gesamte Schulwesen steht unter Aufsicht des Staates.
- 4. In welcher oder welchen der drei Positionen wirkt die Schwerkraft auf den Apfel?**
In allen drei Positionen
- 5. Bestimmen Sie rechnerisch die fehlende Zahl: Der Minuend ist 312, die Differenz 52.**
 $312 - 260 = 52$, Lösung: 260
- 6. Welche Bruchzahl liegt genau in der Mitte von $\frac{1}{3}$ und $\frac{5}{9}$?**
 $\frac{1}{3} = \frac{3}{9}$ Lösung: $\frac{4}{9}$
- 7. Ein Koch kauft einen ganzen Schinken für 100 Euro. Wie viel Mehrwertsteuer ist darin enthalten?**
6,54 Euro ($100 : 1,07 = 93,46$ Euro);
falsch ist: $100 - 7\% = 7$ Euro;
falsch ist es auch, wenn die Berechnung mit dem 16 %-Satz durchgeführt wird.
- 8. 7 Baguette-Brötchen kosten 3,15 Euro. Wie viel kosten 11 Baguette-Brötchen?**
4,95 Euro (1 Baguette Brötchen kostet 0,45 Euro)
- 9. Wenden Sie die entsprechende binomische Formel an: $H (a-b)^2$**
Lösung: $a^2 - 2ab + b^2$
- 10. Geben Sie das Formelzeichen und die Maßeinheit für Kraft an.**
Formelzeichen: F, Maßeinheit: N (Newton)
(Die Gewichtskraft 1 Newton entspricht einer Masse von etwa 100 Gramm)



11. **Wann waren die Perserkriege?**
Die Perserkriege zwischen Persern und Griechen dauerten von 500 bis 449/448 v. Chr.
12. **Welche Flugbahn nimmt eine Stahlkugel, die durch diese Spirale hindurchgeschossen wird, wenn sie aus ihr mit hoher Geschwindigkeit austritt?**
Bahn 3
13. **Wann entdeckte Christopher Kolumbus Amerika?**
1492
14. **Was war der Investiturstreit?**
Konflikt zwischen dem Reformpapsttum und dem englischen, französischen und deutschem Königstum in der 2. Hälfte des 11. Jahrhunderts; grundsätzliche Auseinandersetzung um Verhältnis von weltlicher und geistlicher Gewalt
15. **Wann, wo und von wem wurde Karl der Große gekrönt?**
Weihnachten 800 n. Chr. in Rom von Papst Leo III
16. **Wann war der Reaktorunfall von Tschernobyl?**
26. April 1986
17. **Nennen Sie drei Vulkane in Europa**
Ätna, Vesuv, Stromboli
18. **Nennen Sie alle Nachbarländer Deutschlands und ihre Hauptstädte.**
Schweiz - Bern, Österreich - Wien, Luxemburg - Luxemburg, Belgien - Brüssel, Tschechien - Prag, Polen - Warschau, Niederlande - Amsterdam, Dänemark - Kopenhagen, Frankreich - Paris
19. **Bitte übersetzen Sie folgende englische Verben in Infinitiv, simple past und past participle:**
sein (be, was, been)
fangen (catch, caught, caught)
verlassen (leave, left, left)
anzünden (light, lit, lit)
bringen, nehmen (take, took, taken)

20. **Bezeichnen Sie die Teile einer Blüte.**



21. **Wo im Orchester sitzen die Harfen und Posaunen?**



22. **Erklären Sie die Bedeutung des „Taschengeldparagraphen“ (BGB § 110)** Der Paragraph lautet im Wortlaut: Ein von dem Minderjährigen ohne Zustimmung des gesetzlichen Vertreters geschlossener Vertrag gilt als von Anfang an wirksam, wenn der Minderjährige die vertragsmäßige Leistung mit Mitteln bewirkt, die ihm zu diesem Zwecke oder zur freien Verfügung von dem Vertreter oder mit dessen Zustimmung von einem Dritten überlassen worden sind.