

## Künstliche Intelligenz

EU-Projekt:  
Das Hirn im  
Computer

Wissen S. 4

## Physik

Fusionskraft –  
Energiequelle  
von morgen?

Wissen S. 5

## TV-Serien

MINT  
gegen das  
Verbrechen

Markt S. 12

## Special

Laborausstattung:  
Bestens gewappnet  
fürs Experimentieren

Praxis S. 10–11

## Unterricht

Einstieg  
in die  
Nanowelt

Praxis S. 8–9

### Extrapoliert

Das digitale Zeitalter stößt langsam aber sicher das Buch von seinem Sockel – E-Books verkaufen sich prächtig. Nur im Bildungsbereich ist diese Entwicklung noch nicht angekommen. Dort wird weiterhin auf Papier gesetzt.

Zwar entwickeln Schulbuchverlage ständig neue digitale Angebote. Einem Artikel des *Handelsblatts* zufolge hält sich die Akzeptanz bisher aber in Grenzen. Die digitale Infrastruktur in Form von White Boards oder Tablet PCs – eigentlich der Kronprinz des Schulbuchs – fehlt in den Schulen bisher schlicht und ergreifend. Außerdem schauen die Lehrkräfte genau hin – digitale Angebote werden nur angenommen, wenn sie einen didaktischen Mehrwert bieten.

Dabei liegt der Zugewinn auf der Hand: Computersysteme bieten die Möglichkeit der Interaktion und sie können komplexe Zusammenhänge besser veranschaulichen – man denke an eine digitale 3-D Darstellung zueinander windschiefer Geraden. Außerdem lässt sich auf Computern prima speichern, bearbeiten und teilen. Manche Lehrer laden bereits YouTube-Videos ihres Unterrichts hoch, damit die Schülerinnen und Schüler ausgewählte Sequenzen nochmals heranziehen können.

Früher oder später müsste sich das elektronische Angebot folglich durchsetzen – oder etwa nicht? Neben dem bisher ungelösten Problem der technischen Ausstattung liegt ein anderer Hinderungsgrund wahrscheinlich ganz banal im Vorteil eines Unterrichts, der aus Fleisch und Blut – und Papier – gemacht ist. Genauso wie Erziehung im Elternhaus deshalb wirkt, weil sie auf einer engen Beziehung zwischen Mama/Papa und Kind beruht, ist die *Conditio sine qua non* beim Thema Bildung die Interaktion zwischen Lehrkraft und Schüler. Man muss dabei nicht nur an die Lehrkräfte aus der eigenen Schulzeit denken, die fachlich und menschlich spitze waren und als das Idealbild in der Erinnerung hängen blieben. Das gilt auch für den schrullig-peniblen Lateinlehrer von früher: Stand er nicht mit seiner ganzen Person für die alterwürdige, strukturelle Strenge der Sprache?

Der gleiche „Lerneffekt“ wohnt möglicherweise dem klassischen Schulbuch inne: Das abgegriffene Mathebuch, bereits durch Generationen von Schülerhänden gegangen, ließ es sich mit diesem nicht ganz besonders gut büffeln? Wer sich gern mit Mathe beschäftigt hat, der kannte genau die Seite, auf welcher der Differenzenquotient eingeführt wurde. Dort: Umrahmt von Eselsohren und charakteristischen Farbklecksen. Für so viel Individualität braucht es künftig clevere E-Book-Entwickler. *bp*

## Nano wird groß



Produkte mit Ideen aus der Nanoforschung erleben einen Boom. Doch die Frage nach den Risiken ist in vielen Bereichen noch ungeklärt.

Die Zahlen sind so eindrucksvoll wie eindeutig: Auf eine Billion Dollar ist das weltweite Marktvolumen der Nanotechnologie in den letzten Jahren gestiegen. Und bis 2015 soll es sich nach den Zahlen des Marktanalysten Cientifica noch einmal verdreifachen. Die Anwendungen der Ingenieurskunst auf einer Größenordnung von nur wenigen Millionstel Millimetern sind in vielen Bereichen längst allgegenwärtig: Von der Kosmetikindustrie, über Autobauer, Medizinunternehmen, Textilhersteller bis hin zur Lebensmittelindustrie – in etwa 1.000 Produkten sind künstlich manipulierte Strukturen zwischen 1 und 100 Nanometern inzwischen enthalten. Vor allem als Beimischung oder Beschichtung verleihen sie Bruchsicherheit, Härte oder elektrische Leitfähigkeit. Das einstige Modewort Nano ist also längst normal geworden.

Beispiel Auto: Selbstverdunkelnde Rückspiegel, die dem Fernlicht vom Hintermann keine Chance lassen, verdanken ihre Funktion dem Nanodesign. Im elektrochromen Glas von Rückspiegeln bilden sich, gesteuert über eine elektrische Spannung, zwischen den einzelnen Schichten der Scheibe große Moleküle, die das Glas dunkel werden lassen. In den Windschutzscheiben befinden sich dagegen winzige Partikel, die Wärme und Sonnenlicht effizient reflektieren – ein Nanoeffekt, den sich auch eine Nano-Sonnencreme zu Nutze macht. Diese schützt durch Zugabe von nur wenigen Nanometer großen Körnchen aus Titandioxid besser als jede andere Creme. Daneben findet sich Nano in neuen Autos auch in Benzinleitungen, Filterbeschichtungen und Motorölen, die dank der besonderen Eigenschaften statische Aufladungen vermeiden sollen, wirksam die Luft reinhalten, die Reibung mindern und den Verbrauch senken sollen.

Generell gelten als „Nano“ alle Materialien, die ihre speziellen Eigenschaften ihrer

Winzigkeit verdanken. So verändern zum Beispiel Goldpartikel ihre Farbe, wenn sie nur klein genug sind – ist das sonst glänzende Metall nur fein genug zerstäubt, wird es rot anstatt golden schimmern.

Diesen Effekt wussten schon die Fensterbauer vor Jahrhunderten zu nutzen und verbauten in Rubinglasfenstern eine erste Anwendung der Nanotechnologie. Schmiede des Mittelalters nutzen Nano im Damaszener-Stahl und auch die Natur greift bei Schmetterlingsflügeln, der Entspiegelung von Mottenaugen oder der Haftwirkung von Gecko-Füßen, die auf unserem Titelbild abgebildet sind, gerne in die Nano-Trickkiste.

→ Lesen Sie weiter auf Seite 2

### Kräht der Hahn ...

... geht die Sonne auf – oder sie bleibt, wo sie ist. Das Krähen des Hahnes richtet sich nicht nach äußeren Reizen wie dem Aufgehen der Sonne. Wissenschaftler der japanischen Nagoya University fanden heraus, dass Hähne ihrer inneren Uhr vertrauen, wenn es ums Krähen geht. Zum berühmt berüchtigten Kikeriki lassen sie sich nur vom Krähen ihrer Artgenossen verlocken. Aber auch das besonders gerne in den Morgenstunden – also zu jener Zeit, in der auch ihre innere Uhr sie dazu anleitet.

### Termine

- **Science on Stage-Festival**  
25.–28. April 2013,  
Slubice/Frankfurt (Oder)
- **Bewerbungsschluss**  
„MINT-freundliche Schulen“  
31. Mai 2013
- **Klett MINT-Kongress**  
12. Juni 2013, Stuttgart
- **Schülerwettbewerb**  
„Freestyle Physics“  
9.–11. Juli 2013,  
Universität Duisburg-Essen

## In den nächsten Ausgaben

## Chemie

## Metalle mit negativer Ladung

Metalle sind allgegenwärtig. Ob im Alltag – etwa als Karosserieverkleidung und als Konservendose – oder in Forschung und Entwicklung. Was aber nicht jeder über Metalle weiß: Sie können auch Polyanionen bilden – und diese in den unterschiedlichsten Strukturen. Diese Moleküle bezeichnet man als *Zintl-Ionen*.

## Mathematik

## Weltreiter Versicherungsmathematik

Viele Diplom-Mathematiker landen in der Finanz- und Versicherungsbranche. Mit ihren Modellen sollen sie nichts weniger als die Welt retten – damit der nächste Bankencrash ausbleibt.

## Technik

## Das Internet der Dinge

IPv6 heißt der neue Internetstandard mit dem die Welt von Morgen revolutioniert wird. Jedes Gerät, ob Waschmaschine, Kühlschrank oder Handy, soll zukünftig per IP-Adresse vernetzt werden. Das Internet der Dinge kann helfen, das Leben nachhaltiger und effizienter zu gestalten. Doch Datenschützer haben ihre Bedenken.

## Rubrik Fachdidaktik

## Unterrichtsforschung in die Schulen

Der Alltag bietet wenig Freiraum für die Beschäftigung mit neuen Ansätzen der Unterrichtsforschung. Mit dem Studium endet für Lehrkräfte daher der Kontakt zur fachdidaktischen Forschung. Wir wollen eine Brücke bauen von der Hochschule in den Unterricht, in dem wir hochaktuelle, praxisrelevante Ansätze präsentieren.

→ Fortsetzung von Seite 1

Den Siegeszug der Nanotechnik sehen allerdings nicht alle Beteiligten mit Freude. Denn die Regulierung bei der Zulassung der Nano-Stoffe hinkt der Schnelligkeit der Produktentwickler hinterher. Nicht unwahrscheinlich, dass einige Nanostoffe das Schicksal von Asbest ereilen könnte: hochwirksam aber hochgiftig.

Beispiel: Nanosilber. Die antibakteriell wirkenden Nanopartikel waren in den vergangenen Jahren immer mehr in Kleidungsstücken, Zahnpasta und Lackierungen zum Einsatz gekommen – ohne dass sie als Nanoteilchen kenntlich gemacht wurden. Viele Verbraucherschützer, Umweltverbände und sogar Experten des Bundesinstituts für Risikobewertung warnten daraufhin, dass die kleinen Metallteilchen für empfindliche Menschen ungeeignet seien und eventuell sogar auch Leber und Lunge schädigen könnten. Erst seit dem ersten Januar dieses Jahres müssen Nanoteilchen in Kosmetikartikeln gekennzeichnet werden.

Kritiker befürchten zudem, dass gängige Mechanismen zur Risikobewertung beim Thema Nano nicht greifen. Denn was Nanomaterialien für die Technik interessant werden lässt, macht die Untersuchung des Risikos kompliziert. Nanoteilchen ändern ihre optischen, chemischen und elektrischen Eigenschaften schließlich mit der Größe.

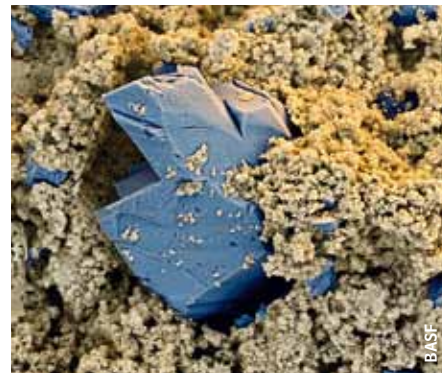
Normalerweise undurchsichtige Substanzen – wie das Titandioxid in der Sonnencreme – werden als winzige Partikel durchsichtig. Ansonsten chemisch relativ träge Stoffe wie das Edelmetall Gold verwandeln sich als Nanoklumpen zum hochreaktiven Element.

Bisher wird die Gefährlichkeit von Stoffen jedoch aufgrund ihres chemischen Aufbaus und nicht ihrer Größe eingeschätzt. Doch wenn das Aussehen auch die Eigenschaften bestimmt, welche Größe sollen Forscher bei einer Risikobewertung untersuchen?

Derzeit arbeitet die EU an der Ergänzung der „Reach-Verordnung“. Diese Richtlinie regelt bisher die Zulassung von Chemikalien. In der Neufassung sollen die Lücken für Nanostoffe gestopft werden. Neben einer umfassenderen Charakterisierung fordern die deutschen Behörden dabei besondere Prüf- und Informationspflichten für Hersteller von Nanoprodukten. Auch die Freigrenzen sollen wegfallen: Weil die bisherigen Zulassungsmechanismen erst ab einer Tonne pro Jahr gelten, lassen sich nämlich

viele Zusatzstoffe in geringer Menge ohne Zulassung vertreiben.

Dass diese Regelungen dringend notwendig sind, zeigen Vorfälle aus Mexiko: In den vergangenen Jahren hatten Radikale



Nano in der Praxis: Kristallkeime lassen Beton schneller härten

mehrere Anschläge auf Nanotech-Forscher verübt, weil sie die Nanotechnologie als generelle Gefahr ansahen. Inzwischen wird dort Nano ähnlich negativ pauschalisiert wie die Gentechnik in Europa.

Die Frage, ob es gelingt, diese Pauschalierung zu vermeiden, wird wohl über das Schicksal der Nanotechnologie hierzulande entscheiden. Das haben auch Wissenschaftler und Unternehmen erkannt und arbeiten inzwischen aktiv bei der Regulierung mit.

Die Visionen für „Nano“, die in den Forschungsinstituten derzeit entwickelt werden, gehen nämlich weit über die derzeitige Verwendung als reine Zusatzstoffe hinaus: Auch die IT-Industrie, die mit ihren Strukturen längst in der Nanometer-Welt angekommen ist, arbeitet an Nano-Neuheiten. Ähnlich, wie es der Natur gelingt, aus Atomen Zellen für Lebewesen wachsen zu lassen, setzen die Wissenschaftler darauf, dass es möglich wird, winzige Teilchen zu neuen, intelligenten Strukturen selbstständig zusammenfinden zu lassen. So genannte „programmierbare Materie“ existiert als Prototyp (in recht großem und unhandlichem Ausmaß) bereits in den Labors von Intel. Eines Tages sollen es Nanoteilchen sein, die sich zu einem Gegenstand wie von Geisterhand arrangieren. Dann hätte man nur noch einen Molekülklumpen in der Tasche – der wahlweise Handy oder Handspiegel wäre. Und im nächsten Moment zum Autoschlüssel würde. *tb*

→ einen Unterrichtsvorschlag zum Thema Nanotechnologie finden Sie auf den Seiten 8 und 9

## Das Nano-Geheimnis der scharfen Klinge

Das Geheimnis der legendär stabilen Klingen, auf die erste Kreuzfahrer im 11. Jahrhundert im Orient stießen, sind Nanostrukturen aus Kohlenstoff und Eisenkarbid, so genanntem Zementit. Den mittelalterlichen Schmieden war es durch spezielle Verfahren gelungen, Zementit-Nanofäden im Stahl entstehen zu lassen und diese mit Kohlenstoff-Nanoröhrchen, den sogenannten Nanotubes, zu ummanteln. Ohne dass Wort Nano je gehört zu haben, versahen die Schwerhersteller ihre Waffen nicht nur mit der charakteristisch wellenartig schimmernden Oberfläche, sondern auch mit besonders harten Nano-Sägezähnen. Weil die Zementit-Fäden härter waren als das umgebende Material, blieben sie bei der Benutzung der Klingen am längsten stehen und bildeten so auf der Schneide eine nanoskopische, höchst effektive Säge. Überlieferungen zufolge ließen sich mit diesen Klingen Seidentücher in der Luft durchtrennen.

## Weitere Informationen

## Nano im Alltag – und in der Schule

Schweizer Unternehmen, Forscher und Pädagogen haben eine Nano-Webseite zum Einsatz für den Unterricht entwickelt. Auf [www.swissnanocube.ch](http://www.swissnanocube.ch) finden sich neben Erläuterungen, Definitionen und Anwendungen der Nanotechnologie auch ausgearbeitete Unterrichtsvorschläge für den Chemie-Unterricht.

## Nano-Sicherheit

Vom hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung stammt die Seite [www.nano-sicherheit.de](http://www.nano-sicherheit.de). Sie informiert objektiv und umfassend über den Stand der Risiko-Debatte.

## Nano-Überblick

Die Seite [www.nanoportal-bw.de](http://www.nanoportal-bw.de) bietet einen guten Einstieg ins Nano-Thema. Sie fasst die Grundlagen, Forschungsergebnisse, Rechtsfragen und Anwendungen übersichtlich zusammen.

ANZEIGE

## Abo-Coupon

Ja, wir möchten für unser Lehrerzimmer den MINT Zirkel bestellen.

Bitte senden Sie uns **regelmäßig und kostenlos** je (Zutreffendes bitte ankreuzen)

20 Exemplare  40 Exemplare

Versprechen von Klett MINT: Das MINT Zirkel-Abo enthält keine versteckten Kosten und wird kostenlos bleiben. Es ist jederzeit kündbar.

Lieferung bitte z. Hd.: \_\_\_\_\_

Schule:\* \_\_\_\_\_

Straße:\* \_\_\_\_\_

PLZ, Ort:\* \_\_\_\_\_

Telefon/Fax: \_\_\_\_\_

E-Mail: \_\_\_\_\_

\*Pflichtfelder MZ 3 + 4/13

Datum/Unterschrift: \_\_\_\_\_

**Fax-Antwort an: 0711/6672-2004 – Per Post: Klett MINT Zirkel, Rotebühlstr. 77, 70178 Stuttgart (Das Porto übernehmen wir für Sie!)**

Christiani

Technisches Institut für Aus- und Weiterbildung

Schule trifft Technik

Technik spielend begreifen:

Lernbaukasten ROBO TX Training Lab

 [www.schule-trifft-technik.de/85880](http://www.schule-trifft-technik.de/85880)



fischertechnik DIDACTIC



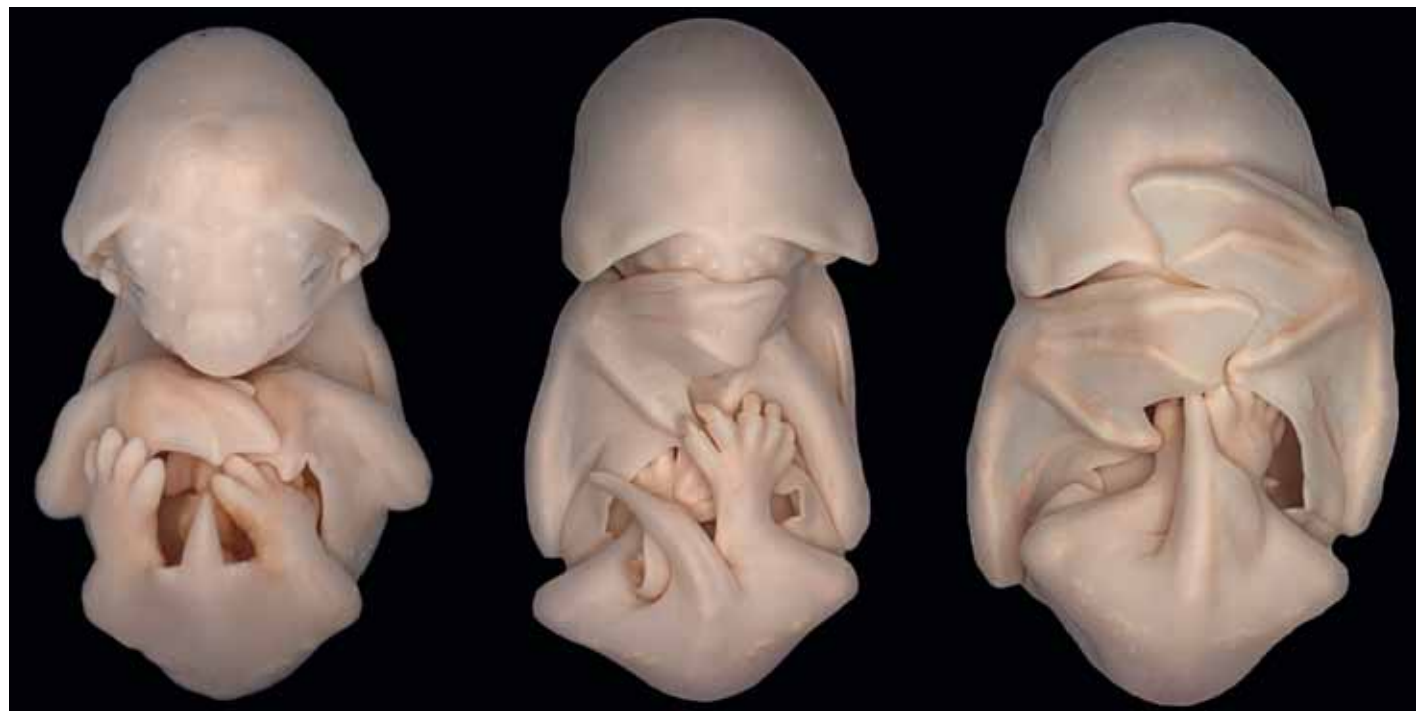
Biologie

# (Noch) nichts sehen, nichts hören, nichts sagen

Diese bizarren Figuren sind keine Dracula-Variante der „Drei Weisen Affen“, es sind auch nicht die zukünftigen Drillings der Twilight-Buchhelden Bella und Edward, es handelt sich um Embryonen der südamerikanischen Samtfledermaus *Molossus rufus*. Samtfledermäuse sind bekannt für ihren schnellen Flug, den sie ihren langen Flügeln und der speziellen Anatomie ihrer Ohren verdanken. Im Laufe der Entwicklung von Fledermaus-Embryonen wachsen die Fingerglieder zu Flügelstreben aus, die Haut dazwischen bildet die Flugmembran, die Ohrenränder vereinigen sich zu einem aerodynamischen Helm auf dem Kopf.

Dass uns gerade das jüngste Stadium (links) so verblüffend menschlich anmutet, ist keine neue Beobachtung. Schon Ernst Haeckel (1866) wusste, dass Wirbeltier-embryonen verschiedener Klassen sich in den ersten Stadien auffallend ähneln. Ihre charakteristischen Merkmale entwickeln sich erst allmählich und damit auch die Unterschiede im Bauplan. Haeckel formulierte daraus die Biogenetische Grundregel (Rekapitulationstheorie): „Die Ontogenese ist eine kurze und schnelle Rekapitulation der Phylogenese.“ Oder einfacher ausgedrückt: Die individuelle Entwicklung wiederholt in etwa die stammesgeschichtliche Entwicklung. Fledermausflügel haben sich in der Evolution aus der Vorderextremität früher Wirbeltiere entwickelt und das kann man in der Embryogenese nachverfolgen.

Für Haeckel hätten sich solche Fotos ideal geeignet, seine Theorie zu untermauern. Die überspitzte Vorstellung, dass auch der



Fledermausembryos (*Molossus rufus*, rote Samtfledermaus) fotografiert von Dorit Hockman (Cambridge University), eine der Finalisten der Nikon Small World 2012 Photomicrography Competition

Mensch in seiner Embryonalentwicklung das Stadium eines Einzellern, Wurm, Fisches, Lurches oder Affen durchmacht, stieß auf wissenschaftlichen und ideologischen Widerstand. Tatsache ist, dass aus einer einzelligen Zygote ein länglicher, gegliederter Keim mit Vorder- und Hinterende entsteht, der schließlich Kiemenraum und Chorda bildet und vor der Geburt noch eine Lanugobehaarung aufweist. Tatsache ist aber auch, dass es in der Ontogenese Merkmale gibt, die sich in der Phy-

logenese nicht wiederfinden lassen: Man denke nur an Nabelschnur, Dottersack oder Fruchtblase. Diese embryonalen Spezialmerkmale ließ Haeckel in seinen Abbildungen weg und auch bei den Fledermausfotos fehlen sie.

Heute gibt es eine eigene Wissenschaftsrichtung, die sich mit dem Zusammenhang zwischen Ontogenese und Phylogenese beschäftigt: die evolutionäre Entwicklungsbiologie (kurz Evo-Devo, von englisch: *evolutionary developmental biology*). Die Entwicklung eines Embryos erfolgt nach einem genetisch kontrollierten Muster der Teilung, Faltung, Wanderung, Differenzierung und Wechselwirkung von Zellen. Jede aus der Zygote hervorgegangene Zelle hat zwar die gleichen Gene, aber es sind nicht die gleichen Gene aktiv. Erst die Regulation dieser Genexpression führt schrittweise zu einem komplex aufgebauten Organismus wie der Fledermaus.

Mutationen, die störend in die Embryogenese eingreifen, wurden im Laufe der Evolution schnell ausgemerzt. Dieser starke Selektionsdruck führte zu hoch konservierten, „bewährten“ Genmustern vor allem für die frühen Entwicklungsschritte. Die ersten Entwicklungsgene haben daher nicht nur alle Wirbeltiere, sondern sogar alle bilateralsymmetrischen Tiere, unter anderem auch Insekten, gemeinsam. Die abgestuften Konzentrationen ihrer Genprodukte entlang der Längsachse entscheiden über die abschnittsweise Aktivierung weiterer regulatorischer Gene und führen so zur Variation des Grundtyps.

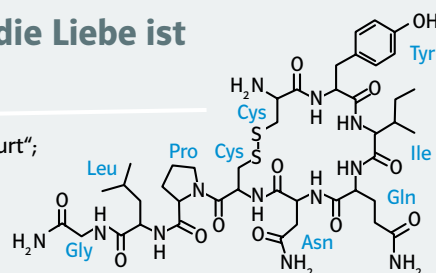
Ob sich aus der Vorderextremität eines Wirbeltieres eine Hand oder ein Fledermausflügel entwickelt, entscheidet ein Gen, das die Teilung von Knorpelzellen anregt. Es ist in der embryonalen Fledermaus-Vorderextremität besonders aktiv und lässt die Fingerglieder lang werden. ik

Steckbriefe berühmter Moleküle

## Oxytocin: Der Stoff aus dem die Liebe ist ... und die Gewalt

**Name:** altgriechisch, ὄκως, ὄκως = „schnell“ „Geburt“; τόκος tokos = „leicht gebärend“

**Primärstruktur des Polypeptids:** CYIQNCPGLG  
**chemische Formel:** C<sub>43</sub>H<sub>66</sub>N<sub>12</sub>O<sub>12</sub>S<sub>2</sub>



„In Fläschchen abgefüllte Treue – Oxytocin macht's möglich.“ Haben Männer, die bereits liiert sind, eine Dosis des Oxytocin-Nasensprays erhalten, bleiben sie laut aktueller Forschungsergebnisse der Universität Bonn beim Gespräch mit einer fremden Dame auf Distanz.

Seit seiner Entdeckung im Jahre 1906 hat Oxytocin eine für ein Hormon erstaunliche Karriere hingelegt. 1955 verhalf es dem Biochemiker Vincent du Vigneaud zum Nobelpreis für Chemie. Der US-Amerikaner war der erste, der ein Polypeptid – nämlich Oxytocin – erfolgreich künstlich sequenzieren konnte. Wie die griechische Wurzel seines Namens (siehe oben) schon verrät, wurde Oxytocin anfangs vor allem für seine Bedeutung bei Prozessen rund um die Geburt bekannt. Körpereigenes Oxytocin löst die Wehen aus, sorgt für den Milchfluss und nicht zuletzt für eine stabile Mutter-Kind Bindung. Mit der Zeit konnten dem Hormon jedoch immer weitere für Schlagzeilen sorgende Eigenschaften nachgewiesen werden. Versuche an monogam lebenden Präriewühlmäusen zeigen, dass es

auch bei der Paarbildung eine wichtige Rolle spielt, was ihm den Spitznamen „Liebes-Hormon“ einbrachte. Zudem stärkt es das Vertrauen in andere Menschen sowie die soziale Wahrnehmungsfähigkeit. Attribute, die Oxytocin geradezu als Heilmittel für psychische Leiden wie Autismus prädestinieren. Im Frühjahr dieses Jahres werden an der University of North Carolina in Chapel Hill Forschungen an 300 autistischen Kindern und Jugendlichen von 3 bis 17 Jahren aufgenommen, um das Hormon auf seine Tauglichkeit zu überprüfen. Damit wäre es das erste Mittel, das Defizite im Sozialverhalten von Autisten direkt behandelt.

Neuere Forschungen zeigen jedoch, dass auch das Liebeshormon seine Schattenseiten hat. So erhöht es zwar das Zugehörigkeitsgefühl zur eigenen Gruppe, im Gegenzug erhöht es jedoch auch feindliches Verhalten gegenüber Fremden. Bleibt abzuwarten, für welche Schlagzeilen Oxytocin bei solch komplexer Wirkungsweise in Zukunft noch sorgen wird.

ph

## Lehrerkongress „Schule und Wirtschaft gemeinsam für mehr MINT“

Differenzierung, Sprachbildung, Umgang mit Heterogenität: Diese Themen sind zwar nicht neu, rücken aber im Unterrichtsalltag immer mehr ins Blickfeld. Welchen Beitrag können die MINT-Fächer zu einem erfolgreichen Umgang mit Vielfalt leisten? Dieser Frage widmet sich der Kongress „Schule und Wirtschaft gemeinsam für mehr MINT“, der am 12.06.2013 zum vierten Mal in Stuttgart stattfindet.

Der Kongress richtet sich an Lehrkräfte aller weiterführenden Schularten. Unter dem Motto „Mit MINT Vielfalt in der Schule gestalten“ erwartet die Teilnehmer ein vielseitiges und informatives Programm. Wie begeistert man Mädchen und Jungen gleichermaßen für MINT? Wie lernt unser Gehirn? Wie kann man Sprachförderung und MINT-Unterricht kombinieren? Auf diese und weitere Fragen gibt der Kongress in Vorträgen und Work-

shops Antworten. Bei der begleitenden Bildungsmesse präsentieren Hochschulen, Unternehmen und Initiativen Projekte und Materialien zur Berufsorientierung und für den Unterricht.

Veranstalter des Kongresses sind Klett MINT, die baden-württembergischen Ministerien für Kultus, Jugend und Sport, für Finanzen und Wirtschaft sowie für Wissenschaft, Forschung und Kunst, der Arbeitgeberverband Südwestmetall, die Wirtschaftsförderung Region Stuttgart sowie der Baden-Württembergische Handwerkstag.

Die Teilnahmegebühr beträgt 49 Euro. MINT Zirkel-Leser erhalten einen Rabatt von 20 Prozent, wenn sie bei der Anmeldung das Stichwort „MINT Zirkel“ angeben.

**Weitere Informationen & Anmeldung**  
[www.klett-mint.de/kongress](http://www.klett-mint.de/kongress)

## Künstliche Intelligenzforschung

## Das virtuelle Superhirn

Wie funktioniert das Gehirn? Mit einem gigantischen Hirnsimulator wollen Forscher aus ganz Europa diese Frage beantworten. Eine Milliarde Euro zahlt die EU für das ambitionierte Human Brain Project, sein Erfolg ist ungewiss.

Das muss man Henry Markram schon lassen: Er ist ein guter Verkäufer seiner kühnen Forscherträume. In seinen Präsentationen gibt er den unerschrockenen Visionär, der eines der ganz großen Rätsel der Wissenschaft lösen will: das menschliche Gehirn. Kein Wunder, dass das von ihm geleitete Human Brain Project den Wissenschaftsjackpot der EU geknackt hat. Eine Milliarde Euro bekommen Markram und seine Kollegen aus 23 Ländern nun, um binnen zehn Jahren einen Gehirnsimulator zu bauen.

Um die Forschungsmilliarden aus Brüssel hatten sich sechs Wissenschaftsprojekte beworben. Am Ende triumphierten Markrams Gehirnsimulation und Materialforscher, die dem Wundermaterial Graphen zum Durchbruch verhelfen wollen. Auch das Graphen-Projekt wird mit einer Milliarde Euro gefördert.

Vor allem die Entscheidung für das Human Brain Project sorgte für Diskussionen. Es gibt Hirnforscher und Informatiker, die das Vorhaben für unrealistisch halten. Viel PR, wenig Substanz, lautet der Vorwurf. Der Züricher Neuroinformatiker Richard Hahnloser nannte es „ungeheuerlich“,

dass für ein Projekt mit derart ungewissem Ausgang Hunderte von Millionen ausgegeben werden sollen.

Hirnforscher stehen vor dem Problem, dass an einem Gehirn im lebenden Organismus nur eingeschränkt Messungen möglich sind. Entsprechend beschränkt ist auch das Wissen über die Abläufe darin. Markram und seine Kollegen hoffen, dass man dieses Problem letztlich mit Reverse Engineering lösen kann. Sie wollen das menschliche Gehirn so detailliert wie möglich mit einem Supercomputer nachbauen und damit die Abläufe in den Nervenzellen simulieren. So hoffen sie endlich zu verstehen, wie Intelligenz entsteht und welche Ursachen Krankheiten wie Alzheimer oder Parkinson haben.

Seit 25 Jahren erforscht Markram Nervenzellen – inzwischen hinunter bis zur Ebene der Gene. An der École Polytechnique Fédérale in Lausanne leitet er das Blue Brain Project, in dem das Gehirn einer Ratte virtuell nachgebaut wird – wenn man so will, ein Vorläufer für das Human Brain Project. Bereits 2007 gelang es dem Lausanner Team, mithilfe ihres eigenen Supercomputers einen kleinen Teil des Rattenhirns, die sogenannte neokortikale Säule mit ihren 10.000 Neuronen, auf zellulärer Ebene zu simulieren.

Um die Säule zu modellieren, haben die Forscher die Abläufe in den Nervenzellen in ein ganzes Set von Differenzialgleichungen übersetzt. Botenstoffe und Proteine

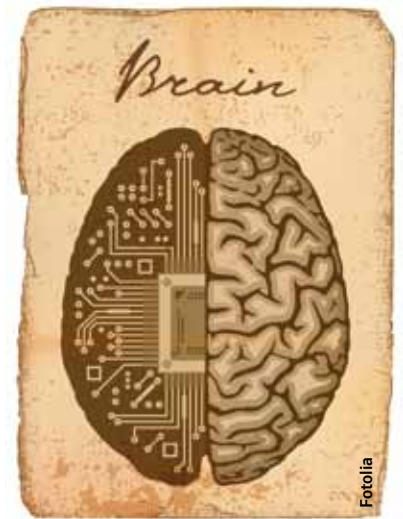
werden dabei ebenso modelliert wie die elektrische Signalübertragung von Nervenzelle zu Nervenzelle.

Das geplante Gehirnmodell muss auch die Vielfalt der Nervenzellen abbilden. Laut Markram gibt es 16 verschiedene Typen von Neuronen in der Kolumne. „Jede Nervenzelle hat 20.000 bis 30.000 Gene, davon sind nur 3.000 bis 4.000 wirksam“, erklärt er. Wenn man diese Gene kenne, könne man die Zelltypen im Computer nachbauen.

Jede Nervenzelle ist mit bis zu 20.000 anderen Neuronen über Synapsen verknüpft. Die meisten Verbindungen bestehen zu Neuronen im unmittelbaren Umfeld – aber es gibt auch Synapsen zwischen weiter entfernten Zellen. Wenn das Gehirn lernt, werden Synapsen neu geknüpft oder bestehende Verbindungen verstärkt. Im Design dieser Verknüpfungen stecke eines der großen Geheimnisse des Gehirns, sagt Markram.

Die Herausforderungen für das Human Brain Project sind enorm. So ist unklar, ob das verwendete Nervenzellmodell alle erforderlichen Details enthält, um die Abläufe im Gehirn adäquat abbilden zu können. Der Berliner Informatiker Raúl Rojas fürchtet, dass die Forscher die Komplexität des Gehirns schlicht unterschätzen: „Markram und seine Kollegen versuchen zum Mond zu fliegen, dabei ist gerade eben erst das Rad erfunden worden.“ Man wisse nicht, wie viel man immer noch nicht wisse.

Die Gehirnsimulation erfordert zudem einen Supercomputer, den es in dieser Größe weltweit noch nicht gibt. Die Modellierung eines einzelnen Neuronen erfordert etwa die Rechenpower eines modernen



Einen Entwurf des menschlichen Gehirns erstellt das Human Brain Project

Laptops. Doch das menschliche Gehirn hat bis zu eine Milliarde Neuronen! Die dafür nötigen Supercomputer wären somit hunderte Male größer als die derzeit schnellsten Großrechner der Welt.

„Womöglich brauchen wir dafür eine spezielle Hardware“, sagt Thomas Lippert vom Forschungszentrum Jülich, beim Human Brain Project verantwortlich für Supercomputing. Neuromorphe Chips könnten helfen, dieses Problem zu lösen. Sie bilden die Hirnstrukturen direkt in Hardware ab und arbeiten deshalb viel effizienter.

Der Pariser Hirnforscher Stanislas Dehaene sieht die größte Herausforderung des Projekts jedoch längst ganz woanders: „Am Schwierigsten wird es wohl, die Wissenschaftler aus den verschiedenen Fachgebieten zur Zusammenarbeit zu bringen.“

hd

ANZEIGE

Stuttgarter MesseHerbst Messe Stuttgart  
Mitten im Markt



# LUST AUF TECHNIK



**HOBBY & ELEKTRONIK**

Im Rahmen der:

**Kommen Sie mit auf eine Reise in die Zukunft!**

Erleben Sie die neuesten technischen Entwicklungen und Forschungsprojekte auf Süddeutschlands großer Technik-Erlebnismesse. Forschungsinstitute und Unternehmen präsentieren die Zukunft folgender Bereiche:

**Mobilität ■ Produktion & Fertigung  
Luft- und Raumfahrttechnik ■ Astronomie  
Energie & Umwelt**

- Wissensparcours mit interaktiven Exponaten
- Workshops und Mitmachaktionen
- Informationen aus der Praxis
- Live-Experimente

**21. und 22. November:  
Kinder- und Schülertage**

## 21.– 24. November 2013

[www.lust-auf-technik.de](http://www.lust-auf-technik.de)

Partner:




## Wissenschaftsgeschichte

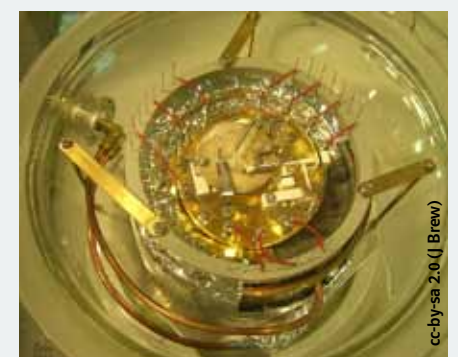
### Rastertunnelmikroskop: Das Fenster in die Nanowelt

Mit einem Lichtmikroskop können wir aufgrund der Wellenlänge des sichtbaren Lichts nur Strukturen bis zu einer Größe von etwa 300nm auflösen – was der Größe eines Tabakmosaikvirus entspricht. Dieses ist damit zwar schon ca. 3.000 Mal kleiner als der Punkt am Ende dieses Satzes, aber auch immer noch um etwa genauso viel größer, als ein Atom.

Das Rastertunnelmikroskop ermöglicht viel tiefere Einblicke in die faszinierende Welt nanoskopischer Strukturen; in Größenordnungen von einem millionstel Millimeter und kleiner lassen sich hiermit sogar einzelne Atome sichtbar machen.

Die IBM-Forscher Gerd Binnig und Heinrich Rohrer entwickelten dieses Instrument im Jahr 1981. Fünf Jahre später wurden sie für diese Erfindung mit dem Nobelpreis der Physik geehrt. 1989 gelang es dem Amerikaner Don Eigler vom IBM Forschungszentrum Almaden in Kalifornien, Atome gezielt zu manipulieren. Er bildete unter Zuhilfenahme des Rastertunnelmikroskops aus 35 Xenon-Atomen den berühmt gewordenen Schriftzug „IBM“ auf einer Nickel-Oberfläche. Damit war ein wichtiger Schritt in Richtung Nanotechnologie getan, denn jetzt konnten sogar einzelne Atome nach Belieben angeordnet werden.

Das Spannende dabei ist, dass in dieser für uns so kleinen Welt ganz andere physikalische Gesetze gelten, als in den Größenordnungen, in denen wir leben. Ein



Effekt, ohne den das Rastertunnelmikroskop nicht funktionieren würde, ist der sogenannte Tunneleffekt. Die Nadel des Mikroskops, welche idealerweise in einem einzigen Atom mündet, bewegt sich rasterförmig in einem Abstand von wenigen Nanometern über die zu untersuchende Oberfläche. Bei angelegter Spannung können Elektronen von der Oberfläche des Materials zur Spitze gelangen, sprich „tunneln“, obwohl beide Materialien nicht leitend verbunden sind. Das ist in etwa so, als könnte ein Mensch sich von einem Ort zum anderen beamen. Stück für Stück wird das Material abgefahren, wodurch man ein Bild der elektronischen Struktur der Oberfläche erhält.

Das Rastertunnelmikroskop kann in Vakuum, an der Luft und sogar in Flüssigkeiten arbeiten. Diese Flexibilität ermöglicht seinen Einsatz in zahlreichen Gebieten wie der Elektrochemie, Molekularbiologie oder Metallurgie.

ph



Physik

# Die Sonne auf Erden: Fusionskraft für saubere Energie

Die Kernspaltung bekommt Gesellschaft. Wissenschaftler arbeiten daran, auch die Fusion von Kernen für die Energieversorgung von morgen zu nutzen. Die Realisierung dieses Projekts birgt großes Potenzial – und viele Probleme.



Plasmagefäß in einem Fusionsreaktor

Achtung – es wird heiß! Nicht 40 Grad, nicht 50, nein mehr als 100 Millionen Grad herrschen in einem Fusionsreaktor, in dem Wasserstoffisotope zum Verschmelzen gebracht werden. Die Kerne schütteln ihre Elektronen ab, das Gemisch liegt als Plasma, dem sogenannten „vierten Aggregatzustand“ vor – nicht einmal im Inneren der Sonne ist es so heiß. Die Notwendigkeit für solch hohe Energien ergibt sich aus einem scheinbar schlichten Phänomen: Gleiches gesellt sich in der Physik nicht gern zu Gleichem – zumindest wenn es um Ladungen geht. Positive Atomkerne sträuben sich dagegen, sich mit anderen Vertretern ihrer Spezies zu vereinen. Da hilft nur Einheizen – bis die elektrostatische Abstoßungskraft überwunden ist, die starke Wechselwirkung greift und die Kerne verschmelzen – und dabei Energie frei setzen.

Diese Energie ist es, auf die es die Forscher abgesehen haben. Sie könnte helfen, unser Energieproblem zu lösen. Beate Kemnitz vom Max Planck Institut für Plasmaphy-

sik prognostiziert: „Ein Gramm Brennstoff könnte in einem Kraftwerk 90.000 Kilowattstunden Energie freisetzen – die Verbrennungswärme von 11 Tonnen Kohle. Klimaschädliche Emissionen treten dabei keine auf.“

### Einer für alle, alle für einen – Fusionsforschung ist ein Gemeinschaftsprojekt

Bis dahin ist es jedoch noch ein weiter Weg. Ein Fusionsreaktor ist ein Ort der Extreme, extrem hohe Temperaturen gehen einher mit extrem niedrigen Drücken – die Lufthülle der Erde ist 250.000 Mal dichter als das Plasma. Um diese Kräfte bändigen zu können, benötigt es die Schaffenskraft einer Vielzahl an Forschern.

Am Testreaktor ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) im südfranzösischen Kernforschungszentrum Cadarache arbeiten Forschungsverbände aus der EU – darunter das Max Planck Institut für Plasmaphysik in Garching und Greifswald sowie Teams aus China, Indien, Japan, USA, Südkorea und Russland. ITER befindet sich derzeit noch im Bau, sobald er fertig gestellt ist soll er „zeigen, dass ein Energie lieferndes Fusionsfeuer möglich ist“, so Kemnitz. Erste Experimente mit dem eigentlichen Fusionsbrennstoff sind für 2026 geplant. ITER steht in einer Reihe zahlreicher Fusionsexperimente, an deren Ende der Bau des Demonstrationskraftwerks DEMO stehen soll. Dieses wird voraussichtlich Mitte des Jahrhunderts seine Arbeit aufnehmen und unter Beweis stellen, dass mithilfe der Fusionskraft kontinuierlich Energie bereitgestellt werden kann.

Interesse. Verschmelzen diese, entsteht ein Heliumkern und ein Neutron. Letztere sind leichter als die Ausgangsstoffe, aus denen sie entstanden sind. Dieses als Massendefekt bekannte Phänomen ist die Ursache für den Energiegewinn, der aus der Kernfusion – wie auch aus der Kernspaltung (siehe Infokasten) – gezogen wird. Über Einsteins berühmte Formel  $E = m \cdot c^2$ , die die Äquivalenz von Masse und Energie ausdrückt, lässt sich berechnen, wie viel Energie durch den Massenverlust frei wird. Diese steckt als kinetische Energie in den Reaktionsprodukten, welche als Wärme über Dampfturbinen in Elektrizität umgewandelt wird.

### Radioaktivität: ja, Gefahr: bedingt

Damit das heiße Plasma durch den Kontakt zu den Außenwänden nicht abkühlt und die Fusionsreaktion zum Erliegen kommt, wird das Plasma in dem zum Typen Tokamak zählenden Reaktor ITER in einer Art magnetischem Käfig gefangen gehalten. Einzig die bei der Fusionsreaktion entstehenden Neutronen können diesen passieren – mit unliebsamen Folgen: Die Neutronen sind so hochenergetisch, dass sie Atome aus dem umgebenden Wandmaterial schlagen und dieses in der Folge brüchig machen können. Zudem werden die umgebenden Stahlwände aktiviert, also radioaktiv. Kemnitz betont, dass dieses Material nach Betriebsende zwar zwischengelagert

werden muss, die Aktivität des Abfalls jedoch rasch abnimmt, sodass eine Wiederverwendung nach etwa 100 Jahren erfolgen kann.

Auch vom radioaktiven Betastrahler Tritium (Halbwertszeit: 12,3 Jahre) gehe keine Gefahr aus. Die für die Kernreaktion benötigten Mengen werden laut Kemnitz in einem geschlossenen Brennstoffkreislauf aus Lithium erzeugt und dann unmittelbar im Reaktor verbraucht.

Ein Unfall, vergleichbar mit einer Kernschmelze bei der Kernspaltung, ist schon aus physikalischen Gründen ausgeschlossen, da keine Kettenreaktion ausgelöst werden kann. Ohne die nötige Temperatur bricht die Reaktion ab.

Ob sich die Menschen die Kraft der Sonne auf die Erde holen können, kann nur die Zeit zeigen. Welches Ausmaß an Herausforderungen dazu noch zu meistern ist ebenfalls.

ph

### Weitere Informationen

Das Max Planck Institut für Plasmaphysik in Greifswald und Garching bietet Besucherführungen und Besichtigungen an.

Anmeldung unter:  
[www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/veranstaltungen/index.html](http://www.ipp.mpg.de/ippcms/de/pr/veranstaltungen/index.html)

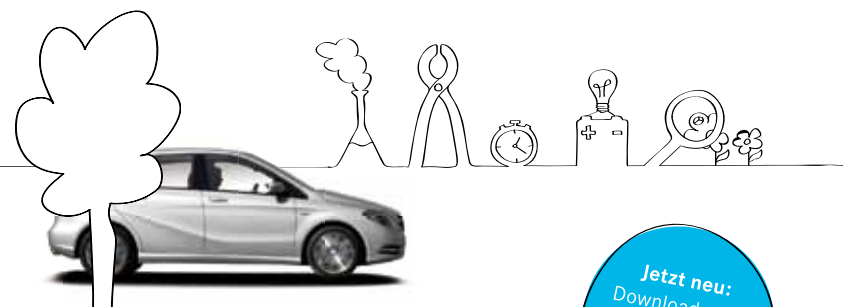
ANZEIGE



## UNTERRICHTSEINHEIT ELEKTROMOBILITÄT

Praxisnah, spannend, flexibel einsetzbar.

Mit Genius erhalten Sie neue Ideen und Impulse für Ihren Unterricht.



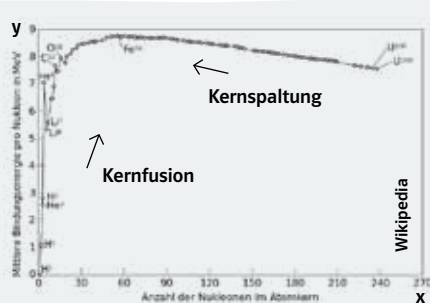
Jetzt neu:  
Download unter  
[www.genius-community.com](http://www.genius-community.com)

### Die Genius MINT Module:

Unterrichtsvorschläge für ca. 3 Doppelstunden mit Hintergrundinformationen und Lösungen rund um das Thema „Mobilität der Zukunft“. Entwickelt im fachlichen Austausch von Ingenieurinnen und Ingenieuren mit Lehrkräften in Zusammenarbeit mit Klett MINT.

Lernen Sie die Themen Antriebstechnik und Sicherheitstechnik auch im Rahmen unserer Lehrerfortbildungen im Juni kennen.

### Massendefekt



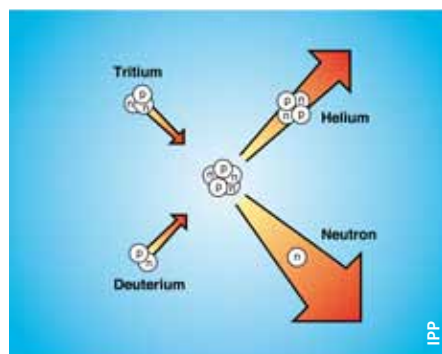
Die Kernfusion sowie die Kernspaltung ziehen ihren Energiegewinn aus dem Massendefekt. In der Abbildung ist die Anzahl der Nukleonen gegen die mittlere Bindungsenergie pro Nukleon aufgetragen. Alle Elemente des Periodensystems finden sich auf der x-Achse mit ansteigender Massenzahl wieder.

Eisen (Fe-58) und Nickel (Ni-62) gehören zu den stabilsten Kernen des Periodensystems. Sie stehen am Maximum der Kurve, d.h. ihre Kerne weisen die höchste Bindungsenergie pro Nukleon auf. Bei deren Bildung wird folglich am meisten Bindungsenergie frei. Solange durch Kernfusion Kerne mit höherer Bindungsenergie pro Nukleon gebildet werden, lohnt sich die Fusion. Bei der Kernspaltung hingegen nutzt man den Effekt, dass die Spaltprodukte eine höhere Bindungsenergie besitzen als das zerstörte Atom, weswegen bei der Spaltung Energie frei wird.

### Die Sonne als Vorbild

Neu ist das Prinzip der Energiegewinnung mittels Kernfusion nicht. Schließlich beruht unser Leben auf der Funktion eines einzigen riesigen Fusionskraftwerks: der Sonne.

Dieser gigantische Feuerball ist schon seit Milliarden von Jahren Schauplatz eines sich ständig wiederholenden Vorgangs: Wasserstoff-Kerne (Protonen) verschmelzen über Zwischenschritte zu schwererem Helium und setzen dabei die Energie frei, die Leben auf unserem Planeten ermöglicht.



Kernreaktion im Fusionskraftwerk

Um die Fusionsreaktion auf die Erde zu holen, kann die stellare Reaktion jedoch nicht einfach kopiert werden – sie verläuft viel zu langsam, um im Labor effizient genutzt werden zu können. Für terrestrische Funktionskraftwerke ist vor allem die Reaktion zwischen den schwereren Wasserstoffisotopen Deuterium und Tritium von

Chemie

# Bekommt das Periodensystem Zuwachs?

**Wissenschaftler wetteifern um die Herstellung des Elements 119. Sollte ihnen der Durchbruch gelingen, würde sich nicht nur das Periodensystem um eine neue Zeile erweitern.**

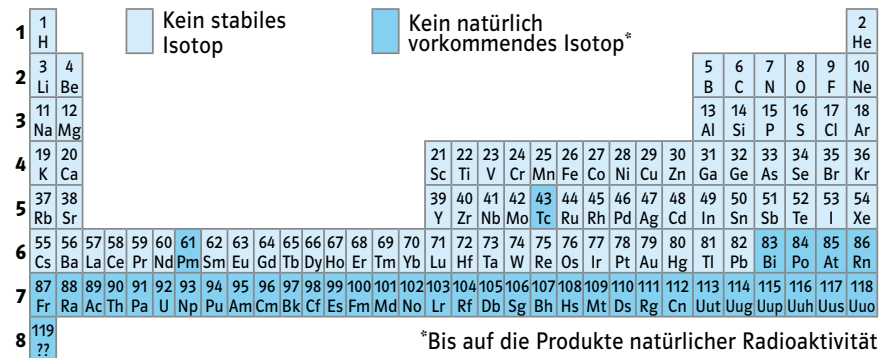
Das Periodensystem ist ein erstaunliches Konstrukt: Mit seiner Hilfe bekommen die Elemente, aus denen unsere Welt aufgebaut ist, eine Ordnung. Schon zu Beginn des 19. Jahrhunderts erkannte der deutsche Chemiker Döbereiner, dass gewisse Elemente ähnliche Eigenschaften aufweisen: So fasste er z.B. die Alkalimetalle Lithium, Natrium und Kalium zu einer Gruppe zusammen. Überlegungen wie diese dienten als Leitfaden für die Erstellung des heutigen Periodensystems, in dem die Elemente nach aufsteigender Kernladungszahl bzw. Ordnungszahl – der Anzahl der Protonen im Kern – gemäß ihren chemischen Eigenschaften angeordnet sind.

Die Lücken im Periodensystem sind längst geschlossen. Erweitert werden kann es jetzt nur noch in Richtung der schwereren Nuklide – und damit begeben sich die Forscher

auf unsicheres Terrain, denn den Bereich der stabilen Atome haben sie mit dem Element Nr. 82, Blei, schon längst hinter sich gelassen. Alle weiteren Elemente haben keine stabilen Isotope mehr und sind damit radioaktiv. Von diesen sind nur die wenigsten Atome aufgrund ihrer Halbwertszeit in der Natur vorzufinden.

Das bisher letzte Element des Periodensystems, Element Nummer 118, hat eine Halbwertszeit von 0,8 Millisekunden. Atome wie diese können nur noch mithilfe ausgefeilter technologischer Hilfsmittel, wie hochleistungsfähigen Beschleunigern und Detektorsystemen, erzeugt werden. Drei Forschungseinrichtungen in den USA, Russland und Deutschland tragen den freundschaftlichen Wettstreit um die Herstellung dieses Elements untereinander aus. Dazu schießen die Forscher Titanium-

Atome (Nr. 22) auf Atome von Berkelium (Nr. 97) in der Hoffnung, dass einige von ihnen verschmelzen und lange genug bestehen, um erkannt werden zu können. Für die Wissenschaftler wäre mit der Entdeckung des neuen Elements ein Schritt in die richtige Richtung getan. Im Bereich der superschweren Atome werden nämlich sogenannte Inseln der Stabilität erwartet – Atome mit halbwegs langen Lebensdauern – die erforscht werden wollen. *ph*



Mathematik

# Schnapszahltheoreme

Viele Menschen haben zu Schnapszahlen eine besondere Beziehung. Schnapszahlen tummeln sich überproportional häufig auf Nummernschildern über deutschen Autobahnen, und wie am 9.9.'99 waren auch am 11. November 2011 die Standesämter restlos ausgebucht. Aber vielleicht ist dies ein deutsches Phänomen. Die Angelsachsen nennen unsere Schnapszahlen nämlich ganz prosaisch „numbers with identical digits“, also Zahlen mit identischen Ziffern, oder auch: „numbers with repeated digits“, und auch in den romanischen und slawischen Sprachen scheint es kein eigenes knappes Wort für Schnapszahlen zu geben. Die Mathematik behandelt sie ebenfalls stiefmütterlich, denn Schnapszahlen sind auf den ersten Blick zugegebenermaßen ein wenig banal. Dabei existieren einige leicht zu zeigende, ganz reizvolle Beziehungen, welche Schnapszahlen involvieren. Davon sollen in dieser Kolumne einige vorgestellt werden.

Meist wird die Mathematik gepriesen, indem auf ihre allgegenwärtige Nützlichkeit verwiesen wird: Unsere Fortbewegung im Auto, Zug oder Flugzeug, unsere Kommunikation per Telefon und Computer, die ganze elektronische Unterhaltung, all dies gäbe es nicht ohne Mathematik. Wohl wahr. Wenn man so für Mathe wirbt, schwingt unterschwellig manchmal aber mit, dass das Betreiben von Mathe ein bisschen langweilig, mühsam oder gar ätzend sei, nach dem Motto: „Ohne Fleiß und Schweiß kein Preis“. Ich will nicht behaupten, Mathematik sei leicht. Bekannt ist die Antwort Albert Einsteins an eine Studentin, die über ihre Schwächen in Mathe geklagt hatte: „Machen Sie sich keine Sorgen über Ihre Schwierigkeiten in Mathematik; ich kann Ihnen versichern, meine sind noch größer.“ Aber ich möchte betonen, dass man mit spielerischer Leichtigkeit auch und gerade in Mathe ganz schön weit kommen kann. Schließlich kann jeder von uns zählen. Und Mathe kann Freude machen, nur dass manche dies auf der Schule versäumen zu entdecken.

### Palindrom-Generatoren

Als Palindrom bezeichnet man ein Wort, das rückwärts gelesen dieselbe Bedeutung hat wie von vorn. Besonders schlichte Beispiele sind „Anna“ und „Otto“, schon etwas reizvoller ist der „Rentner“. Weil das Chinesische keine Buchstabensprache ist, kann es keine solchen Wortpalindrome haben. Daher werden Sätze, die von hinten gelesen dieselbe Bedeutung haben wie von vorn, mitunter als chinesische Palindrome bezeichnet. Mit dem amerikanischen Wort „fall“ für „Herbst“ erhält man beispielsweise „fall leaves after leaves fall“.

Auch die Mathematik kennt Palindrome. Das sind Zahlen, die sich bei einer Umkehrung der Ziffernfolge nicht ändern: 121 oder 8.338. Die einfachsten Zahlenpalindrome nennen wir Schnapszahlen: 11 oder 666 oder 9.999. Betrachten wir sozusagen als normierte Schnapszahlen jene, die aus der Ziffer 1 bestehen. Zwei solche Einser-Schnapszahlen nennen wir aufeinander folgend, wenn sich ihre Anzahlen von Ziffern nur um Eins unterscheiden, z.B. 111 und 1.111. Dann gilt folgende Eigenschaft:

**SATZ 1** Die Multiplikation zweier aufeinander folgender Einser-Schnapszahlen sowie das Quadrieren zweier Einser-Schnapszahlen resultieren in Palindromen.

Die Gestalt der so erzeugten Palindrome lässt sich übrigens explizit angeben. Auf diese Weise wird eine unendliche Folge von Palindromen generiert, wie folgender Zahlenturm illustriert. Auf dem Taschenrechner lassen sich diese Gleichungen nicht mehr nachprüfen. Aber im Netz erhalten Sie Zugang zu einem sogenannten big number calculator unter der Adresse <http://world.std.com/reinhold/BigNumCalc.html>.

- 1 · 1 = 1
- 1 · 11 = 11
- 11 · 11 = 121
- 11 · 111 = 1.221
- 111 · 111 = 12.321
- 111 · 1.111 = 123.321
- 1.111 · 1.111 = 1.234.321
- 1.111 · 11.111 = 12.344.321
- 11.111 · 11.111 = 123.454.321
- 11.111 · 111.111 = 1.234.554.321
- 111.111 · 111.111 = 12.345.654.321
- 1.111.111 · 1.111.111 = 1.234.567.654.321
- 1.111.111 · 11.111.111 = 12.345.677.654.321
- 11.111.111 · 11.111.111 = 123.456.787.654.321
- 11.111.111 · 111.111.111 = 1.234.567.887.654.321
- 111.111.111 · 111.111.111 = 12.345.678.987.654.321
- 1.111.111.111 · 111.111.111 = 123.456.789.987.654.321
- 11.111.111.111 · 111.111.111 = 1.234.567.899.987.654.321
- 111.111.111.111 · 111.111.111 = 12.345.678.999.987.654.321



**Uwe Hassler** studierte Mathematik und Volkswirtschaftslehre an der Freien Universität Berlin, wo er 1993 promoviert wurde und 1998 nach seiner Habilitation die Lehrbefugnis für das Fach Statistik und Ökonometrie erhielt. Nach Tätigkeiten an Universitäten in Madrid, Münster, München und Darmstadt nahm er 2003 den Ruf auf die Professur für Statistik und Methoden der Ökonometrie an der Goethe-Universität Frankfurt an. Eines seiner Hobbies ist die Elementare Zahlentheorie.

### Hinweis

In der nächsten Ausgabe erscheint ein weiterer Beitrag aus der Schnapszahl-Kolumne von Prof. Hassler.

ANZEIGE

## Welche Schule wird Bundessieger im Energiesparen?



**Die Kampagne „Klima sucht Schutz“ hat im Rahmen des Energiesparmeister-Wettbewerbs die besten Klimaschutzprojekte an Schulen ausgezeichnet. Welche Schule Bundessieger wird, entscheiden die Internetnutzer ab 15. April bei einem Online-Voting.**

In Schulen wird bis zu 70 Prozent mehr Energie verbraucht als in anderen öffentlichen Gebäuden. Das muss jedoch nicht sein: Oftmals kann der Energieverbrauch in Schulen bereits durch einfache Verhaltensänderungen im Alltag deutlich gesenkt werden. Hier setzt der Energiesparmeister-Wettbewerb an. Ziel des Wettbewerbs ist es, Schulen, Lehrkräfte, Schüler und deren Eltern für das Thema Energiesparen zu sensibilisieren und tolle Klimaschutz-Projekte an Schulen bekannt zu machen. Jedes Jahr können sich Schüler und Lehrer mit ihren Energiesparprojekten bewerben und tolle Preise gewinnen.

### Das beste Schulprojekt in jedem Bundesland

Erstmals zeichnete die vom Bundesumweltministerium geförderte Kampagne „Klima sucht Schutz“ in diesem Jahr das beste Schulprojekt in jedem Bundesland aus. Die Vielfalt der eingereichten Projekte war groß: „Von Energiespardetektiven über Mülltrennungskampagnen bis hin zu Mobilitätsprojekten ist dieses Jahr alles dabei“, sagt Steffi Saueracker, Projektleiterin des Schulwettbewerbs. Jeder der 16 Gewinner darf sich nun auf ein Preisgeld in Höhe von 2.500 Euro sowie auf eine Videokamera mit Schnittprogramm freuen. Die feierliche Preisverleihung zu der alle Gewinner eingeladen werden, findet am 31. Mai 2013 auf der YOU, der Leitmesse für Jugendkultur, in Berlin statt.

### Stimmen Sie für Ihren Favoriten

Doch damit nicht genug: Die Energiesparmeister-Schulen haben zudem die Chance, „Energiesparmeister Gold“ zu werden und ein zusätzliches Preisgeld zu gewinnen. Vom 15. April bis 5. Mai 2013 können die Internetnutzer auf [www.energiesparmeister.de](http://www.energiesparmeister.de) abstimmen, welche der 16 Energiesparmeister-Schulen Bundessieger wird. Wer für seinen Favoriten votiert, hat die Chance, viele Energiesparpreise zu gewinnen. Die Hauptpreise: Zwei Giant-Talon-Bikes sowie Festivaltickets für das Melt! und das Splash!.



Biochemie

# Aus wie viel Metall besteht der Mensch?

**Wir tragen kleine Schätze in uns, von deren Gegenwert man zwar kein Millionär werden würde, die für unseren Körper jedoch unentbehrlich und lebenswichtig sind. Der gesunde Mensch besteht zu 0,53 Massenprozent aus Metallen.**

Dass Metalle einem Roboter innewohnen, ist bekannt – aber was haben sie im Menschen zu suchen? Eine ganze Menge – ohne Metalle wäre der menschliche Körper nicht betriebsfähig. Eine buchstäblich tragende Rolle spielt hierbei insbesondere ein Metall: das **Calcium**. Es ist ein wichtiger Bestandteil unseres Skeletts und ist der am häufigsten vertretene Mineralstoff unseres Körpers. Zentrale Funktionen wie Muskelkontraktion und Zellteilung können ohne Calcium nicht ablaufen.

**Zu viel ist zu viel: Tod durch Kaliumchlorid**

Undenkbar wäre auch das Fehlen des Alkalimetalls **Natrium**, zusammen mit seinem

Gegenspieler **Kalium** spielt es eine Schlüsselrolle bei der Weiterleitung der Nervenimpulse. Natrium ist ein wichtiges extrazelluläres Elektrolyt im menschlichen Körper und wesentlich an der Regulation des Wasserhaushaltes und des Säure-Basen Gleichgewichtes im Körper beteiligt.

**Kalium** ist das wichtigste intrazelluläre Kation und essentiell für die physiologischen Prozesse jeder Zelle des Körpers. Es wird benötigt zur Aufrechterhaltung eines gesunden Blutdrucks und zur Regulation des Zellwachstums. Zudem spielt es eine wichtige Rolle bei der Kohlenhydratverwertung und Eiweißsynthese.

Doch auch hier gilt: Die Menge macht den Stoff zum Nahrungsmittel – oder zum Gift. In den USA werden Kaliumchlorid-Injektionen zur Vollstreckung der Todesstrafe verwendet. Da bei dieser Art der Tötung keine Schäden am Organ entstehen, können diese für Transplantationszwecke weiterverwendet werden.

In aller Munde einer müden Gesellschaft ist **Eisen**. Ein Mangel wird für Schläppheit und Energielosigkeit verantwortlich gemacht und vor allem Frauen achten auf ihren Eisenspiegel. Kaum ein Lebewesen kommt ohne dieses Spurenelement aus. Im menschlichen Körper sind 67 Prozent des Eisens an das Hämoglobin gebunden, welche den Hauptbestandteil der roten Blutkörperchen bilden. Die Eisenionen sind maßgeblich für die Bindung des Sauerstoffs verantwortlich, damit dieser durch den Körper transportiert werden kann. Eisen ist weiterhin Bestandteil von Enzymen der Atmungskette und wird somit zur Energiegewinnung aus Glucose benötigt. Bei der Synthese von DNA und dem Abbau reaktiver Sauerstoffradikale spielt es ebenfalls eine Rolle.

**Zink gegen den Infekt, Magnesium gegen den Kater**

Was Eisen für die Frau ist, ist **Zink** für den Mann. Vor allem bei Kinderwunsch wird Männern empfohlen, vermehrt Zink zu sich zu nehmen. Der wohl bekannteste Vertreter, der seine Manneskraft aus den Zinkvorräten der Auster schöpfte, war der für seine zahlreichen Liebschaften bekannte Casanova. Zink wird außerdem eingesetzt zur Bekämpfung von Infekten – laut einiger Studien soll es die Dauer einer Erkältung um die Hälfte reduzieren. Zink ist in über 300 Enzymen nachgewiesen worden, in allen sechs Enzymklassen ist es als Bestandteil vertreten.

Ähnlich steht es um das **Magnesium**: Zahlreiche Enzyme zehren davon, erst durch Magnesium werden sie wirksam. Als Zentralion des Chlorophylls spielt es für die Photosynthese der Pflanzen eine prominente Rolle.

Der menschliche Körper enthält fast zehn Mal so viel Magnesium wie Eisen. Es wird vor allem in den Knochen und den Skelettmuskeln gespeichert. Der Genuss von Alkohol führt dazu, dass vermehrt Magnesium über die Nieren ausgeschieden wird. Werden Magnesium und Wasser vor einer rauschenden Party eingenommen, sollte der Kater am Morgen danach nicht allzu schlimm ausfallen.

**Kupfer für blaues Blut**

Eine 70 Kilogramm schwere Person besteht zu ca. 72 Milligramm aus **Kupfer**. Im menschlichen Organismus ist es Bestandteil vieler Enzyme, von denen einige für den Eisenstoffwechsel und damit für die Synthese von Hämoglobin – den roten Blutkörperchen – verantwortlich sind. Eine viel zentralere Rolle spielt Kupfer jedoch beim Sauerstofftransport der Spinnen, Skorpione, Tintenfische und der meisten Schnecken. Das zum Hämoglobin funktional äquivalente Hämocyanin enthält Kupfer, anstatt wie bei uns Eisen, und beschert diesen Lebewesen tatsächlich blaues Blut.

All diese Metalle müssen dem Körper über die Nahrung zugeführt werden. Viele Metalle (siehe Tabelle enthält der Mensch nur in Spuren), ihre Funktion für den Organismus ist nicht immer bekannt. Einen Mangel zu erleiden, ist hierzulande auf-

grund der Lebensmittelversorgung aber höchst unwahrscheinlich.

Unser Körper nimmt jedoch nicht nur die für ihn essentielle Metalle auf. Neben **Aluminium, Barium, Cadmium, Cäsium, Blei** und **Strontium** enthalten wir außerdem Spuren von **Silber, Gold** und **Uran**. Für die winzigen Mengen Gold würde sich jedoch kein Suchtrupp ins Innere lohnen – es besitzt einen Gegenwert von ein paar Cent. Abgesehen davon sind diese Metalle toxisch und sollten besser wirklich in einer Schatztruhe begraben, als im Körper verwahrt werden.

ph

Metall	Menge im Körper einer 70 kg schweren Person
Calcium	1.000 g
Kalium	140 g
Natrium	100 g
Magnesium	25 g
Eisen	4,2 g
Zink	2,3 g
Kupfer	72 mg
Zinn	20 mg
Vanadium	20 mg
Chrom	14 mg
Mangan	12 mg
Molybdän	5 mg
Cobalt	3 mg
Nickel	1 mg

Quelle: John Emsley

**Weitere Informationen**

Emsley, John (2003): *Sonne, Sex und Schokolade – Mehr Chemie im Alltag*. Wiley-VCH Verlag



Pia Huber

ANZEIGE

www.elementare-vielfalt.de

## ELEMENTARE VIELFALT

AUSBILDUNG IN DER CHEMIE-BRANCHE

- Infos zu mehr als 50 Ausbildungsberufen und dualen Studiengängen
- Freie Ausbildungsplätze
- Bewerbungstipps



„Elementare Vielfalt“ (EIV) ist die Ausbildungskampagne der Chemie-Arbeitgeberverbände

## Unterrichtsvorschlag

# Kleine Würfel, große Oberflächen – Ein Modellexperiment

von Timm Wilke, Sebastian Gerke und Thomas Waitz

Wie klein ist eigentlich nano? Auch wenn Schülerinnen und Schüler mathematisch die Größe eines Nanometers als „10<sup>-9</sup>“ beschreiben können, bleibt diese Dimension dennoch schwer vorstellbar. Anhand eines Modellexperimentes soll über Vergleiche mit bekannten Objekten ein fassbarer Zugang zur Größe der Oberfläche eines Würfels ermöglicht werden, die sich durch mehrfache Teilung dieses Objekts ergibt.

Vielen Schülerinnen und Schülern ist der Begriff „Nano“ bereits aus den Medien bekannt, ohne dass sie jedoch eine klare Vorstellung über die konkrete Größe dieser Dimension besitzen. In einer kürzlich durchgeführten Untersuchung in den Sekundarstufen I und II wurde zudem deutlich, dass in allen Jahrgängen viele Fehlvorstellungen und Unsicherheiten zu dieser Größenangabe verbreitet sind. So wurde auf die Frage, was unter Nanopartikeln zu verstehen sei, beispielsweise geantwortet, es handle sich um „winzig kleine Partikel, kleiner als Atome“ oder um „kleinste Teilchen, die etwas mit Elektrizität zu tun haben“. Konkrete Größenangaben, wie etwa „10<sup>-9</sup>m“, konnten nur wenige Teilnehmer in der Oberstufe nennen. Um Schülerinnen und Schülern eine Vorstel-



Foto:olia

lung von den Dimensionen des Nanokosmos zu vermitteln, bietet es sich an, mithilfe der Teilung eines Würfels in einem Modellexperiment diese Dimension zunächst mathematisch zu beschreiben und das Ergebnis anschließend in Relation mit bekannten Größen zu setzen.

Auf den ersten Blick erscheint es schwierig, die Oberfläche so vieler Nanowürfel mathematisch zu beschreiben; wir versuchen hier allerdings zu zeigen, dass dies jedoch mit ein wenig strukturierter Hilfestellung von Schülerinnen und Schülern zu bewältigen ist.

Dabei ist es besonders hilfreich, den Vorgang der Teilung zunächst an echten Würfeln zu demonstrieren. Aus der Aufgabenstellung 1 kann entnommen werden, dass die gesuchte Formel aus zwei Elementen

besteht: der Würfelanzahl und deren jeweiliger Oberfläche, wobei die Teilformeln aus einfachen Zahlenfolgen hergeleitet werden können. Die Tabelle verfolgt dabei das Ziel, den Schülerinnen und Schülern die Ergebnisse zu visualisieren und somit das Herleiten der Formeln zu erleichtern; mit der vorgegebenen Zeile für 12 Teilungen können dabei Hypothesen selbstständig durch die Schülerinnen und Schüler auf Richtigkeit überprüft werden.

Nachdem die Formel erfolgreich aufgestellt wurde, kann sie in den folgenden Aufgaben einen ersten Zugang zur Veranschaulichung nanoskopischer Größenverhältnisse ermöglichen. Aufgrund des exponentiellen Zusammenhanges erhält man schon nach 17 Teilungen Würfel, die mit einer Kantenlänge von weniger als 100 nm als nanoskalig definiert werden. Nach 21 Teilungen ist die gesuchte Größe von etwa 5 nm erreicht. Die Oberfläche steigt dabei im ähnlichen Maße, wie die Kantenlänge sinkt; im Vergleich zu einem Handballfeld mit einer Oberfläche von 800 m<sup>2</sup> beträgt die des geteilten Würfels nun 1.258 m<sup>2</sup>. Eine gute „greifbare“ Alternative bietet an dieser Stelle auch der Vergleich mit einem Klassenraum, dessen Oberfläche die Schülerinnen und Schüler selbst schätzen oder einfach messen kön-

nen. Die abschließende Aufgabe 3b zielt ebenfalls darauf ab, die große Oberfläche mit der Fläche bekannter Objekte zu vergleichen. Allerdings muss hier berücksichtigt werden, dass eine Angabe wie „Luxemburg“ oder „2.600 km<sup>2</sup>“ ebenfalls nur schwer greifbar ist – an dieser Stelle wird vielmehr die Intention verfolgt, die Schülerinnen und Schüler ein eindrucksvolles Rechenbeispiel mit großen Zahlen durchführen zu lassen.

Zusammenfassend bietet dieses Modellexperiment zum Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis die Möglichkeit, den Schülerinnen und Schülern mittels anschaulicher Beispiele einen Eindruck dessen zu geben, was durch Zahlen allein kaum beschrieben werden kann. Überdies entspricht die Erzeugung kleinerer Strukturen durch die Teilung größerer dem Top-Down-Prinzip zur Herstellung vieler Nanomaterialien, welches im Anschluss behandelt werden kann. Fächerübergreifend werden einige grundlegende Inhalte der Mathematik wiederholt und angewendet. Weitere methodische Möglichkeiten oder Differenzierungen durch Verwendung von Regressionen zur Formelbestimmung oder den Einsatz von Taschenrechnern und/oder Excel stehen der Lehrkraft dabei ebenfalls zur Verfügung.

## Kompetenzorientiertes „Spielen“

## Handeln bekommt durch Wissen eine neue Qualität!

Wir könnten in unserem Unterricht weiter machen wie bisher. Unsere Sammlungen haben sich in den letzten Jahrzehnten wenig verändert. Wenn nicht die Verpackungen der Materialien immer moderner geworden wären, könnte man daraus ein Museum machen. Außerhalb der Schule aber tobt der technische Fortschritt. Immer neue Geräte, immer neue Erkenntnisse, immer neue Anforderungen an die Kompetenzen der Menschen, von denen intelligentes Handeln verlangt wird. Kompetenzorientiertes „Spielen“ kann da eine wichtige Rolle in der Modernisierung von Schüler-Versuchen übernehmen.

Mein letzter Beitrag ging um „tanzende Weintrauben in Mineralwasser“, mit dem die zentrale Rolle der „freien Beobachtung“ herausgestellt und ihre Einübung im Unterricht gezeigt wurde (vgl. MINT Zirkel 5+6/2012). Diesmal geht es um die Kompetenz „Probleme lösen“.

Nach vielen Versuchen haben die Schülerinnen und Schüler gelernt, ihre eigenen Beobachtungen ernst zu nehmen und beginnen, diese mit der Fachsprache zu beschreiben. Darauf aufbauend kann man eine andere wichtige Funktion von Spielsachen im Unterricht zum Einsatz bringen: Wissen nutzen, um Probleme zu lösen.

### Wissen in intelligentes Handeln umsetzen

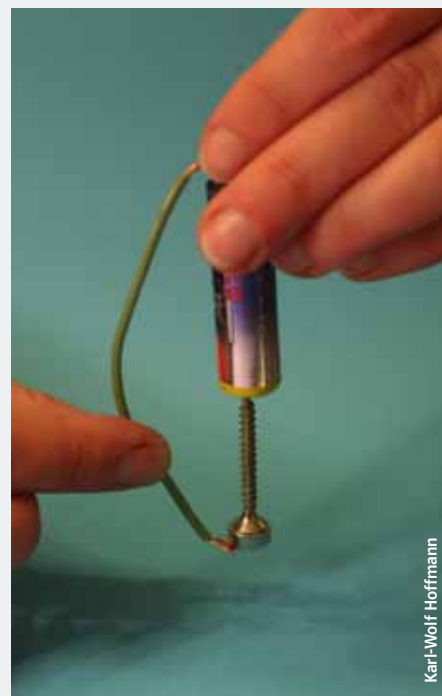
Ihre Schüler haben im Unterricht die Grundlagen eines Elektromotors aus-



Dr. Karl-Wolf Hoffmann ist Lehrer in der Sekundarstufe I und Fortbildner für Naturwissenschaften und Mathematik in Frankfurt am Main. Er lehrt zu kompetenzorientierter Lernorganisation mit heterogenen Lerngruppen und ging für den MINT Zirkel auf Entdeckungstour nach Spielsachen für den Unterricht.

reichend kennengelernt: Im Feld eines Feldmagneten erzeugt ein elektrischer Strom eine Kraftwirkung/Drehmoment, senkrecht zur Stromrichtung und zum Magnetfeld. Durch die Bewegung des Rotors muss ein Kommutator jeweils die richtige Spule mit Strom versorgen, damit ein maximales Drehmoment entstehen kann. Ihre Schülerinnen und Schüler haben praktische Beispiele von Motoren kennengelernt und können grundlegende Strukturen in diesen Beispielen wiedererkennen.

Dann kann diese Kompetenz durch folgendes Experiment spielerisch gezeigt werden. Hierzu braucht man Neodym Magnete mit ca. 10 mm Durchmesser (z.B. bei ebay 1 Euro/Stück), Schrauben 3 cm × 5 mm aus ausreichend gut leitendem Material – am besten vorher ausprobieren, 1,5 V Batterien und ein ca. 10 cm lange Kabel (siehe Abbildung).



Karl-Wolf Hoffmann

## Das Experiment

Fragestellung: Wie lässt sich aus den 4 Teilen (Batterie, Magnet, Kabel, Schraube) ein Elektromotor bauen?

Durchführung: Probiere anhand deines Wissens über die Funktion eines Elektromotors, aus den vier Teilen einen schnell drehenden Elektromotor zu bauen. Nutze dabei deine Kenntnisse aus dem Unterricht. Achte darauf, die Batterie nicht zu lange kurzzuschließen!

1. Beschreibe dein Vorgehen, wie du zu einer Lösung gekommen bist. Welche Kenntnisse hast du beim Bau genutzt?
2. Erstelle mit „deinem“ Motor mindestens 8 einzelne Beobachtungen, von denen du 3 mit Fachbegriffen auswerten sollst.
3. Bereite ein Kurzreferat über die Funktion deines Motors vor (z.B. wo ist der Kommutator?).

ANZEIGE

Konsequente Handlungsorientierung im Mathematikunterricht hat einen Namen:

www.mued.de



Broschüren/Materialien im Shop  
1200 Unterrichtseinheiten für Mitglieder  
für die Sekundarstufen I und II

Mathematik realitätsnah unterrichten



# Arbeitsblatt: Nanotechnologie

## Kleine Würfel – große Oberflächen: ein Modellexperiment

Die besonderen Eigenschaften vieler Nanomaterialien beruhen darauf, dass die sie bildenden Teilchen über ein größeres Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis verfügen als nicht-nanoskalige Materialien. Durch diese vergrößerte Oberfläche können Nanoteilchen beispielsweise besonders gut mit anderen Substanzen in ihrer Umgebung wechselwirken und werden daher etwa als Katalysatoren in großtechnischen Prozessen wie der Treibstoffherstellung eingesetzt. Um zu ermitteln, wie groß die Oberfläche eines Körpers wird, wenn man ihn in nanoskalige Teilchen zerkleinert, betrachten wir im Folgenden ein Modellexperiment. Ziel dieses Experiments ist es, mathematisch zu beschreiben, wie sich die Oberfläche eines Würfels durch vielfache Teilung verändert.



Wilke, Gerke, Waitz

**Vorgehen:** Teilen wir einen Würfel mit einer Kantenlänge von  $a = 1\text{ cm}$  in gleich große Teile, so erhalten wir acht neue Würfel, deren Kantenlänge halb so groß ist, wie die des ursprünglichen Würfels. Die sich durch diese Teilung ergebenden Würfel werden folgend ebenfalls geteilt, und zwar so häufig, bis die resultierenden Würfel nanoskalige Kantenlängen erreichen (ca. 100 nm).

- Um die Oberfläche  $A$  aller durch die Teilungen erzeugten Würfel zu berechnen, kannst Du selbst eine geeignete Formel entwickeln. Ergänze dazu die folgende Tabelle und leite anschließend für die einzelnen Spalten jeweils eine Formel her.

**Tip:** Die Formel für die Gesamtoberfläche setzt sich aus der Anzahl und den jeweiligen Oberflächen der Würfel zusammen. Du kannst deine Formel mit dem Ergebnis für  $n = 12$  überprüfen.

Teilungen	Anzahl der Würfel	Kantenlänge $a$ [cm]	Oberfläche $A$
0	1	1	$6\text{ cm}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
12	68.719.476.736	$1/4.096$	$24.576\text{ cm}^2$
$n$			

- Berechne ggfs. mithilfe der *solve*-Funktion deines Taschenrechners oder einem Tabellenkalkulationsprogramm (*Excel*, *Calc*), wie oft man einen Würfel mit einer Kantenlänge von 1 cm teilen muss, bis er eine Kantenlänge von etwa 5 nm erreicht.
- Ein Handballfeld ist 40 m lang und 20 m breit – vergleiche dessen Oberfläche mit der des Würfels, wenn dieser 21 Mal geteilt wurde.
  - Wie oft muss man einen Würfel mit einer Kantenlänge von 1 m teilen, bis mindestens die Oberfläche von Luxemburg (ca. 2.600 km<sup>2</sup>) erreicht wird? Welche Kantenlänge besitzen die Würfel dann?

**Klassenstufe:** Sekundarstufe II  
**Fachbereiche:** Chemie, Physik, Mathematik  
**Lerninhalte:** Nanotechnologie, Oberflächen-zu-Volumen-Verhältnis von Nanomaterialien  
**Kompetenzen:** Mathematisches Modellieren, Berechnung der Oberflächen von Nanomaterialien, funktionaler Zusammenhang



**Timm Wilke** studierte Chemie und Französisch an der Georg-August-Universität Göttingen von 2007 bis 2012. Im Anschluss an seine Masterarbeit begann er eine Dissertation über die Konzeptualisierung von Nanotechnologie für den Chemieunterricht in der Abteilung für Chemiedidaktik in Göttingen.



**Sebastian Gerke** studiert Mathematik und Chemie an der Georg-August-Universität Göttingen. Aktuell schreibt er seine Masterarbeit in der Abteilung für Chemiedidaktik in Göttingen zum Thema „Photokatalytische Experimente mit Titandioxid im Chemieunterricht“.



**Thomas Waitz** studierte die Fächer Chemie und Sport an der Justus-Liebig-Universität Gießen. Nach dem Referendariat promovierte er in der Anorganischen Chemie und arbeitete drei Jahre als Studienrat am Landgraf-Ludwigs-Gymnasium in Gießen. Seit 2010 ist er Leiter der Abteilung Chemiedidaktik an der Georg-August-Universität Göttingen.

Musterlösungen

1.

Teilungen	Anzahl der Würfel	Kantenlänge $a$ [cm]	Oberfläche $A$
0	1	1	$6\text{ cm}^2$
1	8	$\frac{1}{2}$	$12\text{ cm}^2$
2	64	$\frac{1}{4}$	$24\text{ cm}^2$
3	512	$\frac{1}{8}$	$48\text{ cm}^2$
4	4.096	$\frac{1}{16}$	$96\text{ cm}^2$
5	32.768	$\frac{1}{32}$	$192\text{ cm}^2$
12	68.719.476.736	$\frac{1}{4.096}$	$24.576\text{ cm}^2$
$n$	$8^n$	$\frac{1}{2^n}$	$8^n \cdot 6 \cdot \left(\frac{a}{2^n}\right)^2$

- Mithilfe der Formel lässt sich ermitteln, dass die Kantenlänge der Würfel nach 21 Teilungen  $4,76 \cdot 10^{-9}\text{ m}$  beträgt, was etwa den gesuchten 5 nm entspricht.  $1/2^{21} = 4,76 \cdot 10^{-7}\text{ cm} = 4,76 \cdot 10^{-9}\text{ m}$
- Mit dem Ergebnis der vorherigen Aufgabe und der Formel für die Gesamtoberfläche lässt sich auch diese Aufgabe leicht lösen. Durch Einsetzen erhält man:  $8^{21} \cdot 6 \cdot (1\text{ cm} / 2^{21})^2 = 12.582.912\text{ cm}^2 = 1.258\text{ m}^2$ . Im Vergleich zu einem Handballfeld mit einer Oberfläche von  $20 \cdot 40 = 800\text{ m}^2$  besitzt der 21 Mal geteilte Würfel demnach mehr als 50 % mehr Oberfläche.
  - Für die Teilung eines Würfels mit einer Kantenlänge von 1 m wird ebenfalls die Formel für die Gesamtoberfläche verwendet. Elegant lässt sich diese Aufgabe mit einem Tabellenkalkulationsprogramm lösen, doch ist dies keinesfalls Voraussetzung. Nach 29 Teilungen erhält man über die Formel eine Gesamtoberfläche von  $3.221.225.472\text{ m}^2$  bzw.  $3.221\text{ km}^2$ . Die Kantenlänge beträgt dabei 1,86 nm. **Graphische Lösung:** Alternativ können die Aufgaben auch graphisch gelöst werden.

Download  
[www.mint-zirkel.de](http://www.mint-zirkel.de)

## Laborausstattungen

## Der Trend geht zum Computer

**Experimentieren gehört zur Naturwissenschaft wie die Luft zum Atmen, ohne das Experiment fehlt es der Naturwissenschaft an ihrem Bezug zur Realität. Gleichzeitig gilt: Kein Experiment ohne die dazu gehörige Laborausstattung. Ein Überblick über die Vielfalt an Möglichkeiten, mit denen das Experimentieren im Unterricht gelingen kann.**

### Mit dem Computer zum erfolgreichen Experiment

Die Naturwissenschaften verfügen über einen großen Fundus an Experimenten, die sich mit der Zeit nicht ändern, da sie die grundsätzlichen Methoden und Erkenntnisse der Wissenschaft vermitteln. Doch auch wenn sich das Repertoire der Schulexperimente im Kern nicht wandelt, so beobachtet man auf Seiten ihrer Umsetzungsmöglichkeiten einen stetigen Transformationsprozess. In den letzten Jahren werden den Lehrkräften immer mehr anschauliche Materialien an die Hand gegeben, die bei der Umsetzung von Versuchen im Schulunterricht behilflich sind. Klassische Ausstatter von Labormaterialien wie **Leybold** und **PHYWE** werden dabei durch amerikanische Hersteller wie **Vernia** und **Pasco** ergänzt. Dabei haben uns die Amerikaner eines voraus: Sie wissen um die effiziente Nutzung der sozialen Medien. In der heutigen Zeit werden Laborgeräte nicht mehr nur von konventionellen Bedienungsanleitungen begleitet. Stattdessen wird neben dem Gerät auch der Zugriff auf zahlreiche Unterrichtsvorschläge erworben. So finden die Lehrkräfte auf den Internetseiten von Vernia und Pasco kostenlose, ausführliche Videos vor, in denen die einzelnen Versuche vorgeführt und erläutert werden. Auch die Internetseite des **K12Lab** ([www.k12lab.com](http://www.k12lab.com)) bietet zahlreiche Inspirationen für einen praxisnahen Unterricht. Jede Lehrkraft hat die Möglichkeit, erfolgreich durchgeführte Unterrichtseinheiten ins Netz zu stellen und mit anderen Pädagogen zu teilen.

Die digitalen Möglichkeiten beeinflussen jedoch nicht nur die Vorbereitung des

Unterrichts positiv. Auch bei der elektronischen Datenerfassung und -verarbeitung hat sich einiges getan. Das Experiment wird um die Schnittstelle Messgerät-Computer erweitert, was eine schnelle und einfache Auswertung der Versuche ermöglicht. Mithilfe des Lab Quest 2, eines Angebotes von Vernier, können die von Sensoren erfassten Daten direkt per Computer aufgezeichnet und ausgewertet werden. Der Temperaturabfall beim Gefrieren von Wasser kann so in Echtzeit auf dem Bildschirm verfolgt werden – das Aufnehmen einzelner Messpunkte per Hand ist nicht mehr nötig. Auch das mathematische Auswerten der Daten wird durch die Software zum Kinderspiel.

### LEGO für Nachwuchsforscher

Während Experimentieren in der Regel erst in den weiterführenden Schulen zum Bestandteil des Unterrichts wird, ermöglicht **LEGO Education** auch Grundschulern einen Hands-on-Approach. Bei diesem Konzept dienen LEGO-Steine als Grundelemente für naturwissenschaftlich-technische Experimente. Durch das Bauen von realitätsgetreuen Maschinen wie Windrädern und deren energetischer Vermessung wird den Kindern ein intuitiver Zugang zu

naturwissenschaftlichen Phänomenen vermittelt. Dabei spricht ein entscheidender Faktor für die Verwendung von LEGO Education: die Meinung der Lehrerinnen und Lehrer, bei denen sich LEGO Education großer Beliebtheit erfreut. Selbst weniger technikbegeisterte Pädagogen finden mit einem angemessenen Zeitaufwand einen leichten Zugang zur Materie. LEGO Education bietet jedoch auch Programme für Schülerinnen und Schüler höherer Klassenstufen. Die Jungforscher werden an jedem Schritt des Experiments beteiligt – vom Programmieren der Software bis zur Auswertung des Versuchs. Dadurch bietet sich ihnen ein großer Handlungsspielraum, der verschiedene Disziplinen vereint. Mit **LEGO Mindstorms** kann zum Beispiel ein fahrender und mit Sensoren ausgestatteter Roboter konstruiert werden, der die Temperaturverteilung eines Klassenzimmers vermisst.

### Wenn Geld und Zeit fürs Experimentieren fehlt...

Inwiefern die neuen Lehrmittel genutzt werden können, hängt jedoch immer von der jeweiligen Schule und ihrem Budget ab. Einen weiteren Stolperstein stellt der

Zeitaufwand dar, den Lehrkräfte zur selbstständigen Einarbeitung in neue Techniken und Geräte benötigen. Für den direkten Einsatz gedacht sind daher sogenannte Experimentierkoffer. Diese beinhalten alle für ein Experiment benötigten Materialien und werden meist in Verbindung mit einer Fortbildung angeboten. Fehlt das nötige Kleingeld für Geräte stehen zudem außerschulische Lernorte und Schülerlabore zur Verfügung. Diese bieten ein großes Spektrum an Angeboten (vgl. Seite 11). Findet man kein solches Angebot in der näheren Umgebung, bleibt noch der Rückgriff auf Interaktive Bildschirmexperimente (IBE). Inwiefern die Schüler aus diesen „Experimenten aus der Dose“ Gewinn ziehen, liegt ganz an der Vor- und Nachbereitung der Lehrkraft. Auch Computersimulationen, an denen die Schüler „schrauben“ dürfen, können ihren Zweck erfüllen.

Was die Laborausstattung in Laboren – ob an Schulen oder in außerschulischen Lernorten – angeht, zeichnet sich ein Trend hin zu computerbasierten Methoden ab. Letztendlich ist es aber weniger die Ausstattung als vielmehr das Können der Lehrkraft, welche zum Lernerfolg führt. *ph*



## Das Schülerlabor: Zwei Modelle

**Der Mitmach-Charakter von Schülerlaboren unterscheidet sich mitunter stark. Während in manchen Laboren das eigenständige Erforschen im Mittelpunkt steht, ist es in anderen den Schülern sogar untersagt, mit bestimmten Experimentiergeräten zu hantieren. Zwei Beispiele aus München zeigen die gegensätzlichen Positionen.**

### Forschen im Museum

Das TUMlab, das Experimentierlabor der Technischen Universität München, befindet sich im deutschen Museum. Alle Interessierten ab 10 Jahren können hier ihrem Forscherdrang nachgehen und Roboter bauen, Sterne finden oder eine Fertigungsstraße steuern. Diese Einrichtung ist ein Beispiel für Labore, die Wert darauf legen, dass wirklich jeder Schüler Hand anlegen kann und die Versuche selbst durchführt. Betritt man den Raum dieses Labors sind

alle Schülerinnen und Schüler fleißig am Tüfteln. Zur Philosophie gehört hierbei, dass die Versuche und die Versuchsaufbauten möglichst durchsichtig und für die Schüler verständlich angelegt sind, denn es sollen so viele Kinder und Jugendliche wie möglich durch die Experimente erreicht werden.



### Staunen im Laserlabor

Im Gegensatz dazu steht das PhotonLab des Exzellenzclusters MAP (Munich-Centre for Advanced Photonics). Das Labor ist momentan am Max Planck Institut für Quantenoptik auf dem Forschungscampus in Garching untergebracht – d. h. am Puls der Forschung. Die Einrichtung möchte vor allem Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufen 10 bis 13 sowie Hochbegabte fördern. Dementsprechend exquisit sind die Laborgeräte. Es hat einen besonderen Reiz für die Schüler, mithilfe professioneller Laborausstattung selbst experimentieren zu dürfen. Die Schülergruppen können sich zudem auf ein Demonstrationsexperiment mit einem Femtosekundenlaser freuen. Die Komplexität eines solchen Gerätes ist ungefähr so hoch wie seine Kosten, die sich bis auf 100.000 Euro belaufen – klar, dass die Besucher bei solchen Experimenten nur zuse-

hen dürfen. Die Schüler verstehen meist nur einen Bruchteil dessen, was sie da sehen. Das tut dem Lernerfolg jedoch keinen Abbruch. Ganz im Gegenteil. Den Erfahrungen von Lehrkräften zufolge ist gerade das Komplizierte und Undurchschaubare ein Erlebnis, welches die Schüler fasziniert und nachhaltig im Unterricht motiviert. *ph*



Zwei Schüler bei der Durchführung des Optikerperiments „Musikübertragung mit Licht“.



**Im Gespräch:**

**Wie Schülerlabore und Experimente den Unterricht ergänzen**

Fünf Fragen an Dr. Andreas Kratzer, Vorstandsmitglied des Bundesverbands der Schülerlabore e.V.: „LernortLabor“



**Dr. Andreas Kratzer** hat Physik an der TU München studiert. Unter anderem war er maßgeblich an der Einführung des Astrophysik-Projektes „Hands-On Universe“ in Deutschland beteiligt. Seit vielen Jahren fühlt er sich auch LernortLabor verbunden und ist seit der Gründung des Bundesverbandes im Vereinsvorstand tätig.

**Inwiefern haben sich Schülerlabore als Ergänzung zum Unterricht etabliert?**

Hierzu ist zunächst zu sagen, dass Schülerlabore ja leider nicht flächendeckend zur Verfügung stehen. Deshalb ist es nicht für alle Schulen möglich, sie in den Schulalltag fest aufzunehmen. Im Übrigen zeigt die intensive Nutzung, dass Schülerlabore für einige Schulen fester und wichtiger Bestandteil der Ausbildung geworden sind.

**Warum würden Sie Lehrkräften empfehlen, mit ihren Schülern ein Schülerlabor zu besuchen?**

Die Motivation für den Besuch eines Schülerlabors ist wohl individuell verschieden. Für mich wäre die authentische Umgebung im Schülerlabor und die Betreuung durch wissenschaftliches Personal das wichtigste Argument für ein Schülerlabor und würde auch meine Wahl beeinflussen. Dazu kommt natürlich die Möglichkeit, dass sich die Schülerinnen und Schüler länger selbständig mit einem Thema beschäftigen. Der Besuch ist ja aus dem Stundenablauf in der Schule herausgelöst.

Besonders wichtig sind Schülerlabore in jedem Fall aber für Lehrkräfte, die selbst nicht die Möglichkeit haben, mit ihren Schülerinnen und Schülern zu experimentieren. Das gilt für alle Schularten. Auch das Interesse an MINT-Berufen im nicht-akademischen Bereich kann durch das Hands-On-Experimentieren im Schülerlabor geweckt oder verstärkt werden.

**Warum ist Experimentieren für Schülerinnen und Schüler so wichtig?**

Schon der Mehrwert des Schülerexperiments, also des Experimentierens in der Schule, ist unbestritten. Neugier und Forscherdrang sind ja etwas Natürliches. Hier bietet das Schülerlabor mehr Möglichkeiten. Durch das praktische Arbeiten beschäftigen sich Schülerinnen und Schüler intensiver mit dem Thema und sie können im Schülerlabor i.a. eigene Hypothesen auch selbst testen. Das eigene Ausprobieren und der haptische Umgang mit den Materialien verstärken den Lernprozess sehr deutlich. Und es macht einfach auch Spaß.

**Was macht ein gelungenes Experiment aus?**

Da würde ich sagen: Das Erfolgserlebnis des Experimentators.

**Welche Art von Experiment kommt bei Schülern besonders gut an?**

Ich verstehe „gut ankommen“ als „motivierend, sich intensiv damit zu beschäftigen“. Das lässt sich so einfach nicht be-

antworten. Es spielen sehr viele Faktoren eine Rolle. Insbesondere die Motivation für das Thema, die Erfahrung mit Experimenten und auch das fachliche Vorwissen. Auch die Art und Arbeitsweise der Betreuerin oder des Betreuers hat einen erheblichen Einfluss.

Der selbständige Aufbau eines Experiments scheint immer gut anzukommen. Das zeigt auch die Beliebtheit von Kursen, bei denen der Bau im Mittelpunkt steht. Das beinhaltet auch, dass verschiedene Wege möglich sind und im Idealfall individuelle Theorien entwickelt und verifiziert bzw. verworfen werden können.

Thema, Alltagsbezug und Umgebung spielen auch eine Rolle. Schülerlabore haben hier aber unterschiedliche Ausrichtungen. LernortLabor hat neuerdings eine Kategorisierung vorgenommen, die es hoffentlich erlaubt, auch auf die Klasse abgestimmt, das Richtige zu finden. Ich denke allerdings, dass Schülerlabore aufgrund ihrer Flexibilität, wo immer möglich, die Experimente anbieten, die „gut ankommen“. *ph*

ANZEIGE

**SCALA – Ihre intelligente Schuleinrichtung für die Naturwissenschaften**

Modular. Flexibel. Multifunktional.



Entwickeln Sie Forscher: Praxisnähe im flexiblen **SCALA**-Raum  
 Höchste Arbeitsplatzattraktivität: Lehren im **SCALA**-Raum  
 Sparen Sie Räume durch die Multifunktionalität von **SCALA**-Einrichtungen  
 Weniger Komplexität am Bau: Drastische Reduzierung der Gewerke mit **SCALA**

WALDNER Labor- und Schuleinrichtungen GmbH  
 Anton-Waldner-Straße 10-16  
 88239 Wangen im Allgäu  
 Telefon +49 7522 986-504 · Telefax +49 7522 986-526  
 schule@waldner.de · www.waldner-schule.de



## TV-Serien

# Köpfchen statt Bizeps: MINT-Detektive auf dem Vormarsch



In Serien wie CSI Miami sind MINT-Detektive am Werk

**Numbers, Bones, Navy CIS, Crossing Jordan, CSI New York, Las Vegas und Miami: Schier endlos scheint die Zahl der erfolgreichen Krimiserien, bei denen naturwissenschaftlich versierte Ermittler im Zentrum der Handlung stehen.**

„Wissenschaft ist wieder cool (und verdankt alles CSI)“, titelt die walisische *Western Mail* und weist darauf hin, dass seit dem Siegeszug der smarten MINT-Ermittler die Anmeldungen für Studiengänge in chemischen, medizinischen oder biologischen Fächern um vier Prozent gestiegen sind. Doch seit wann gibt es eigentlich diesen scheinbar neuen Typus des Detektivs? Und haben die einsamen Wölfe wie Philip Marlowe oder Horst Schimanski, die zwar auch mit kombinatorischem Verstand, aber vor allem mit Faust und Feuerwaffe agieren, ausgedient?

## Hard Boiled als Codewort für das Faustrecht

Wenn man genau hinschaut, stellt man fest, dass der MINT-Detektiv gar keine so neue Erscheinung ist. Schon der berühmteste aller Detektive, Sherlock Holmes, war ein Student der Chemie, der auch in Biologie, Botanik und Physik profunde Fachkenntnisse besaß. Seine forensischen Methoden und Ermittlungstechniken, darunter ballistische Untersuchungen, Sicherung von Fingerabdrücken und der Einsatz eines Mikroskops, steckten zu Holmes Zeiten, Ende des 19. Jahrhunderts, noch in

den Kinderschuhen. Auch dank des Einflusses der literarischen Figur Sherlock Holmes, der diese Methoden bekannt machte, sind sie heute zu Standardtechniken der Kriminalistik geworden. Ähnliche Ermittlungstechniken wendeten auch andere große Detektivfiguren an, die in der viktorianischen Ära oder kurz danach berühmt wurden, zum Beispiel Dorothy Sayers' Lord Peter Wimsey oder Agatha Christies Hercule Poirot.

Doch solche Fertigkeiten traten in den Hintergrund, als ab den 1920er Jahren der Hard-Boiled-Detektiv die literarische Bühne betrat. 1919 wird in den Vereinigten Staaten die Prohibition eingeführt, die Kriminalität in den USA steigt im Folgenden rasant an. Der eher intellektuelle Zweikampf, den der viktorianische Detektiv mit dem gewieften Verbrecher zu bestehen hat, wird abgelöst durch handfeste Auseinandersetzungen auf der Straße. Polizisten, die oft Veteranen der amerikanischen Kriege waren, kämpften raubeinig gegen Gangsterbanden und das organisierte Verbrechen. Aber auch im europäischen Krimi tummelte sich der einsame Wolf: Ob Nestor Burma in Paris, Kemal Kayankayar in Frankfurt oder Horst Schimanski in Duisburg.

## Die Nerds übernehmen das Ruder

Anfang dieses Jahrtausends gerät der Hard-Boiled-Detektiv ins Hintertreffen. Ermittlerteams, wissenschaftliche Spezialisten, Forensiker – plötzlich dominiert wieder

ein intellektueller Typus. Regelrechte „Nerds“ wie der Mathematik-Professor Charlie Epps aus *Numbers* zum Beispiel. Epps, ein mathematisches Genie, assistiert seinem Bruder Don, der ein FBI-Agent ist. Mithilfe komplexer mathematischer Berechnungen versucht Charlie, Verbrechen von Serientätern vorauszusagen und so zu verhindern. Dabei kommen Numerik, Spieltheorie und Fluidodynamik genauso zum Einsatz wie Physik und Informatik. Bei *CSI – Den Tätern auf der Spur* untersucht ein Kriminalisten-Team die Tatorte mithilfe modernster wissenschaftlicher Methoden. Unter anderem sind ein in Stanford promovierter Chemiker sowie Genetik-Spezialisten Mitglieder des Ermittlerteams.

Auffällig zudem, dass bei *CSI* zwei Forensikerinnen im Mittelpunkt stehen. Erscheinen weibliche Ermittler heutzutage normal, war das vor zehn Jahren noch ein Bruch der Sehgewohnheiten, der den ausstrahlenden Sender CBS lange zögern ließ, die Serie auf den Schirm zu bringen. Der Erfolg war jedoch phänomenal und die Wirkung auf die Zuschauer und vor allem Zuschauerinnen ebenso. Die beiden Ermittlerinnen und ihr Fachgebiet wurden derart populär, dass inzwischen sogar High Schools Forensik-Kurse anbieten. Laut Corinne Marrinan, die die *CSI*-Serien als Produzentin und Autorin mit aus der Taufe gehoben hat, sind es „in den USA heute zu 75 Prozent Frauen, die die forensischen Studiengänge an den Universitäten absolvieren. Seit dem Jahr 2000 bedeutet das einen Zuwachs von 64 Prozent. Frauen haben aktuell mehr als 60 Prozent der Arbeitsplätze in den forensischen Laboren inne.“

## Politisches Kalkül für die TV-Serien

Auch die Politik hat inzwischen erkannt, welches Potenzial in solchen medialen Rollenvorbildern liegt. Die National Academy of Sciences, eines der wichtigsten Beratungsgremien der amerikanischen Regierung in Wissenschaftsfragen, betreibt mit dem Science & Entertainment Exchange (SEE) in Hollywood ein Programm, das unter anderem Kontakte zwischen Vertretern der Entertainmentbranche, Wissenschaftlern und Ingenieuren herstellt. Ein Angebot, das die Unterhaltungsindustrie dankbar aufnimmt, denn darin liegt die Chance, wissenschaftliche Inhalte fundiert und authentisch zu präsentieren. Prominente Hollywood-Legenden wie Dustin Hoff-

mann oder Lawrence Kasdan (Autor von *Star Wars* und *Indiana Jones*) zählen beispielsweise zu den Unterstützern. Sean Gesell, Hollywood-Produzent und Mitglied des Beirats der SEE, erläutert: „Ein Großteil der Macher in der Hollywood-Industrie fühlt sich der Gesellschaft verpflichtet und ist an einer korrekten Darstellung wissenschaftlicher Zusammenhänge ebenso interessiert wie die Wissenschaftler selbst.“ Doch nicht nur die Wissenschaftler belehren die Filmemacher, sondern es entsteht ein gegenseitiger Austausch. Das zeigen reale Entwicklungen wie etwa medizinische Nanobots, die durch Filme inspiriert wurden.

Bleibt trotzdem die Frage, wie es zu der Renaissance des wissenschaftlichen, intellektuellen Ermittlers kommen konnte, nachdem die Rolle des Detektivs fast achtzig Jahre von männlichen Raubeinen dominiert wurde. Auffällig ist, dass der Boom der MINT-Detektive nach dem 11. September 2001 einsetzt und zunächst vor allem die amerikanische Fernsehlandschaft prägt. Neben der organisierten Kriminalität beunruhigt ein neues Trauma, ein neuer Verbrechertypus die USA. Was soll man einem Selbstmordattentäter entgegensetzen, der keine Angst hat, sein Leben zu verlieren und sich im Kampf selbst zu opfern? Pistole und Muskeln sind hier die falschen Mittel. „Wir werden trotzdem siegen – weil wir mehr Wissen und die bessere Technik haben“, so fasst der Medienwissenschaftler Professor Hans-Otto Hügel von der Universität Hildesheim die Kernbotschaft der MINT-Krimis zusammen.

Rationalismus, Wissensvorsprung und überlegene Technik sind die Waffen, die eingesetzt werden müssen, wenn die Nation in Gefahr gerät. Auffällig oft stammen die Antagonisten aus anderen Kulturkreisen: Arabische Fanatiker, europäische Gangsterbanden, chinesische Triaden. Der Hard-Boiled Detective der alten Schule verliert seine Bedeutung, wie man im Vorspann von *Navy CIS* deutlich erkennen kann. Gibbs, Leiter des CIS-Teams, Haudegen und Irak-Veteran, reißt in einer ebenso grimmigen wie verzweifelten Geste den Kopf hoch, bevor Schüsse fallen und danach die amerikanische Flagge und das Capitol eingeblendet werden. Wenn Nation und Land bedroht sind, so scheinen die Bilder zu sagen, können uns die alten Helden nicht mehr helfen. *iff*

## Rätsel

## Der Flug der Taube

von Prof. Dr. Heinrich Hemme

In der Bibliothek der Columbia University in New York wird ein italienisches Manuskript aus dem 14. Jahrhundert aufbewahrt, das unter dem Titel Columbia-Algorithmus bekannt ist. Es enthält 142 Rechenprobleme, darunter auch etliche Denksportaufgaben, die zum Teil auch heute noch bekannt sind. Die Aufgaben sind vielfach und zum Teil sogar farbig illustriert. Einige Blätter des Manuskripts scheinen im Laufe der Jahrhunderte verloren gegangen zu sein, da bei manchen

Aufgaben der Anfang oder der Schluss fehlt. Der Autor des Manuskripts ist unbekannt. Da aber bei vielen Problemen Bürger der Stadt Cortona, die in der Toskana ein paar Kilometer nördlich des Trasimenischen Sees liegt, als Protagonisten auftreten, darf man wohl annehmen, dass ein Rechenmeister dieser Stadt den Columbia-Algorithmus für seine Schüler geschrieben hat. Viele überflüssige Wiederholungen in dem Manuskript deuten darauf hin, dass der Lehrer redselig und umständlich war. Das in New York aufbewahrte Manuskript ist nicht das Original, sondern nur eine Abschrift, da zahlreiche

Auslassungen und Fehler auf einen flüchtigen und gedankenlosen Kopisten hinweisen. Im Columbia-Algorithmus taucht zum ersten Mal ein Rätsel auf, das in zahlreichen Varianten über die Jahrhunderte immer wieder veröffentlicht wurde und auch heute noch in vielen Rätselbüchern zu finden ist.

Eines Tages bei Sonnenaufgang fliegt eine Taube von der Spitze eines zehn Klafter hohen Turmes ab. Tagsüber fliegt sie  $\frac{2}{3}$  Klafter abwärts und in jeder Nacht steigt sie wieder um  $\frac{7}{12}$  Klafter auf. Wann erreicht die Taube den Erdboden?

Die Lösung erfahren Sie auf Seite 13.



Sven Palmowski



ANZEIGE

## Energie entdecken, erforschen und erleben



Unter dem Motto „3malE – Bildung mit Energie“ möchte RWE mit ihrer bundesweiten Bildungsinitiative junge Menschen für Energie und Technik begeistern. Das Herzstück bildet die neue Internetplattform [www.3malE.de](http://www.3malE.de) mit zahlreichen Angeboten für Schüler, Studenten, Lehrer, Dozenten und Eltern.

Altersgerecht, verständlich und spannend muss Energiebildung sein, damit sie motiviert, sich mit komplexen Sachverhalten auseinanderzusetzen. Die drei Attribute „entdecken, erforschen und erleben“ bilden daher auch die Basis der Bildungsinitiative 3malE. Alle Angebote rund um die Bildungsinitiative finden sich auf der Website [www.3malE.de](http://www.3malE.de). Für jede Altersgruppe gibt es dort ein zugeschnittenes Portal mit Spielen und Experimenten, Videos und Exkursionen, Lehr- und Lern-



**Bildung mit Energie**  
ENTDECKEN, ERFORSCHEN, ERLEBEN

material sowie Links zum Thema Energie. Kinder, Jugendliche und Erwachsene erfahren zum Beispiel, wie ein Offshore-Windpark aufgebaut ist, was hinter dem Begriff Smart Grid steckt und auf welche Weise jeder im Haushalt Strom sparen kann.

### Angebote für jedes Alter

Die Jüngsten erhalten Anleitungen für Experimente, bei denen sie ganz leicht zu Hause in die Forscherrolle schlüpfen. Eigene Ideen können Mädchen und Jungs beim Schulwettbewerb „Energie mit Köpfchen“ präsentieren. Lehrer können sich über Fortbildungen informieren sowie Arbeitsblätter oder Broschüren für den Unterricht herunterladen und bestellen. Schulabgänger und Studierende können sich über Ausbildung und Karriere bei RWE informieren. Der Bereich „Campus“ bietet darüber hinaus zahlreiche Unterlagen und Anregungen für Studium, Ausbildung und Forschung sowie den aktuellen Entwicklungsstand.

### Weitere Informationen

Die Welt der Energie auf [www.3malE.de](http://www.3malE.de)

Auszeichnung

## Preis für Nachwuchs-Mathematiker



**Deutsche Mathematiker-Vereinigung**

Seit dem Jahr der Mathematik 2008 verleiht die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV) in Zusammenarbeit mit dem Springer-Verlag Heidelberg jedes Jahr den DMV-Abiturpreis Mathematik für eine exzellente Leistung im Abiturfach Mathematik.

Dieses Angebot gilt für alle Schulen der Sekundarstufe II in Deutschland und für Deutsche Auslandsschulen. Die DMV-Abiturpreisträgerin bzw. der DMV-Abiturpreisträger wird ausgezeichnet mit einer Urkunde „DMV-Abiturpreis Mathematik“, dem Buchpreis *Pi und Co. Kaleidoskop der Mathematik* sowie einer einjährigen beitragsfreien DMV-Mitgliedschaft.

Die Entscheidung, welche Schülerin bzw. welcher Schüler ausgezeichnet werden soll, trifft die Schul- bzw. Fachleitung

nach eigenem Ermessen. Ausschlaggebend sollten nicht nur gute Noten in den Abiturprüfungen sein, sondern insgesamt gute Leistungen sowie Interesse und Engagement für die Mathematik während der gesamten Abiturphase, etwa die Teilnahme an Mathematik-Wettbewerben und -Arbeitsgemeinschaften.

Der Abiturpreis soll, wenn möglich, im Rahmen der Abiturfeier der Schule feierlich übergeben werden. Jede Schule kann bei der DMV per Onlineformular in jedem Schuljahr einen DMV-Abiturpreis (bei Doppelabiturjahrgängen zwei) kostenfrei beantragen. Die Anmeldung muss drei Wochen vor der Preisvergabe erfolgen, damit die Urkunden und das kostenfreie Abiturpreisbuch (bei Doppelabitur die zwei Bücher) rechtzeitig in der Schule ankommen.

### Weitere Informationen

[www.dmv.mathematik.de](http://www.dmv.mathematik.de)

LÖSUNG DES RÄTSELS AUF SEITE 12:  
Man könnte leicht meinen, die Taube fliegt insgesamt an einem Tag und in einer Nacht  $\frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$  Klatfer abwärts und erreicht deshalb nach 120 Tagen den Erdboden. Aber das ist falsch. Am Ende des ersten Tages ist die Taube noch  $10 - \frac{3}{2} = \frac{17}{2}$  Klatfer vom Erdboden entfernt. In jeder Nacht und am jeweils darauffolgenden Tag nähert sie sich dem Boden insgesamt um  $\frac{3}{2} - \frac{1}{2} = 1$  Klatfer. Sie braucht deshalb für die restliche Strecke noch  $\frac{17}{2} : 1 = 17$  Tage und Tage. Somit erreicht sie den Erdboden bereits am Abend des 113. Tages.

ANZEIGE

### Impressum

#### Herausgeber

Dr. Dierk Suhr

#### Chefredaktion

Dr. Benny Pock (V.i.S.d.P.)

Tel.: 07 11 / 66 72-18 41, [b.pock@klett.de](mailto:b.pock@klett.de)

#### Redaktion

Pia Huber (ph)

#### Autoren dieser Ausgabe

Tobias Beck (tb), Holger Dambeck (hd), Joachim Friedmann (jf), Sebastian Gerke, Prof. Dr. Uwe Hassler, Prof. Dr. Heinrich Hemme, Dr. Karl-Wolf Hoffmann, Dr. Inge Kronberg (ik), David Spitzl (ds), Jun.-Prof. Dr. Thomas Waitz, Timm Wilke

#### Wissenschaftlicher Beirat

Jürgen Böhm (Verband deutscher Realschullehrer), Prof. Dr. Helmut von Eiff (Hochschule Esslingen), Petra Evanschitzky (Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen Ulm), Prof. Dr.-Ing. Peter Eyerer (TheoPrax-Zentrum), Elisabeth Frank (Otto-Hahn-Gymnasium Ostfildern), Prof. Dr. Johanna Heitzer (RWTH Aachen), Prof. Franz Kranzinger (Staatliches Seminar für Didaktik Stuttgart), Dr. Stefan Kruse (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd), Prof. Dr. Martin Lindner (Universität Halle-Wittenberg), Prof. Dr. Peter Menzel (Universität Hohenheim), Dr. Niki Sarantidou (MINT-EC), Prof. Dr. Roland Stalder (Universität Innsbruck), Dr. Marco Spurk (Universität Stuttgart/Fehling-Lab), Klaus Trimborn (Innovationszentrum Schule-Technik.Bochum. NRW.)

#### Verlag

Klett MINT GmbH

Rotebühlstraße 77, 70178 Stuttgart

Tel.: 07 11 / 66 72-0, Fax: 07 11 / 66 72-20 04

#### Geschäftsführung

Dr. Dierk Suhr

#### Anzeigenleitung

Kathrin Thomas

Tel.: 07 11 / 66 72-18 38

[k.thomas@klett.de](mailto:k.thomas@klett.de)

#### Bezugsbedingungen

Lehrkräfte im Bundesgebiet abonnieren kostenlos in 20er-Sätzen fürs Lehrerzimmer an ihre Schuladresse. Das Abonnement ist unverbindlich und jederzeit kündbar. Einzelabonnements können gegen Handlings- und Versandgebühren bezogen werden.

#### Erscheinung

5 x jährlich

#### Gestaltung und Satz

Satzkiste GmbH, Stuttgart

#### Druck

Leipziger Verlags- und Druckereigesellschaft mbH & Co. KG

#### Auflage

100.000

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Aufnahme in elektronische Datenbanken, Mailboxen sowie sonstige Vervielfältigungen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlages. Für unverlangt eingesendetes Text- und Bildmaterial wird keine Haftung übernommen. Die Autoren und Redakteure des MINT Zirkels recherchieren und prüfen jeden Artikel sorgfältig auf seine inhaltliche Richtigkeit. Dennoch kann es passieren, dass sich Fehler in die Texte oder Bilder schleichen. Wir übernehmen daher keine Garantie für die Angaben. Mit Anzeige gekennzeichnete Advertorials erscheinen außerhalb der Verantwortung des Herausgebers nach Angaben der in den Advertorials genannten Unternehmen.

ISSN 2193-9845

#### Kooperationspartner



# Die EV3 Fortbildungstour

LEGO MINDSTORMS education EV3

Lernen Sie das neue EV3 in einer kostenlosen Lehrerfortbildung kennen.



Jetzt anmelden unter:  
[www.LEGOeducation.de/MINDSTORMS](http://www.LEGOeducation.de/MINDSTORMS)

LEGO, das LEGO Logo, MINDSTORMS und das MINDSTORMS Logo sind Warenzeichen der LEGO Group. ©2013 The LEGO Group. 047929

LEGO education



## Rezeption

## Was ist Leben?

Erwin Schrödinger wurde mit seinem erstmals 1944 erschienenen Werk *Was ist Leben – Die Zelle mit den Augen des Physikers betrachtet* zum Mitbegründer der modernen Genetik. Ein Plädoyer für eine neue Beschäftigung mit dem Klassiker.



cc-by-sa.3.0 (Bleichtley)

Was ist Leben? Und warum kann mir Niemand eine Antwort darauf geben? Der verzweifelte Naturwissenschaftler, Philosoph, oder schlicht Mensch findet sich wohl irgendwann in der Situation, in der er einsehen muss, dass es zum heutigen Zeitpunkt keine endgültige Antwort auf diese Fragen gibt. Wie entmutigend – doch die Tatsache, dass es selbst schlaue Köpfe wie dem Nobelpreisträger Erwin Schrödinger nicht anders erging, gestaltet die Lage etwas erträglicher.

Schrödinger nimmt uns in seinem Werk mit in seine Zeit und zeigt den damaligen Stand der Wissenschaft auf. Die Struktur der DNA liegt noch im Verborgenen, die Mendelschen Regeln werfen jedoch schon ein recht gutes Licht auf die Mechanismen der Vererbung.

Vom Standpunkt des Physikers, der Schrödinger ist, nähert er sich biologischen Fragestellungen und Konzepten, die ihm, wie er mehrmals entschuldigend betont, selbst fremd sind. Um zu ergründen, was in einem lebenden Organismus vor sich geht, führt Schrödinger in die Natur der

unbelebten Materie ein, indem er das Wesen der physikalischen Gesetze beschreibt. Auf allgemeinverständliche und – durch viele alltägliche Beispiele – anschauliche Art und Weise legt er die Mechanismen der Vererbung und der Mutationen dar, um diese anschließend unter seiner physikalischen Lupe zu betrachten. Die Quantenmechanik, in den 40er Jahren selbst gerade den Kinderschuhen entwachsen, ist das Leitprinzip, auf das Schrödinger immer wieder zurückgreift und mit dessen Hilfe er die Vorgänge im Organismus zu begründen sucht.

Gehorchen Lebewesen überhaupt Gesetzen, und falls ja, lassen sich diese mit dem physikalischen Weltbild, welches von den physikalischen Gesetzen aufgespannt und getragen wird, halten?

Zentral ist für ihn dabei die Beobachtung, dass sich Leben dem zweiten Satz der Thermodynamik scheinbar entzieht. Umgangssprachlich gesagt schaffen Organismen Ordnung aus Ordnung – und setzen sich damit von der unbelebten Materie ab, die, so der Hauptsatz, zu einem Zustand maximaler Unordnung strebt.

Geht es um Fragestellungen wie diese, reicht die Kompetenz einer einzelnen Wissenschaft nicht aus. Schrödinger fährt alle Geschütze der Physik, Biologie und Chemie auf, um sich der Beantwortung zu stellen. So verdeutlicht er die Verwandtschaft der spontan auftretenden Mutationen mit Quantensprüngen oder zeigt anhand grundsätzlicher physikalischer Gesetzmäßigkeiten, warum das Atom so klein ist – oder der Mensch so groß.

Somit deckt er fast nebenbei Bezüge auf, die so oft im Verborgenen bleiben, der Wissenschaft aber so viel mehr Tiefe und Gehalt geben. Seine persönlichen philosophischen Überlegungen, die es ihm erlauben, den Bereich der Wissenschaft zu verlassen, runden seine Darstellungen ab. Bei aller Genauigkeit, die ihm die wissenschaftliche Dar-

stellung abverlangt, wird dieses Buch getragen von Schrödingers Faszination für das Leben. Es ist eine Freude zu sehen, wie ein arrivierter Physiker von grundlegenden Phänomenen noch ins Staunen versetzt werden kann: Über das Leben, über die Natur, über alles, was sonst von Formeln totgelangweilt und entzaubert wird.

Alle Neulinge der Naturwissenschaften: Lest das Buch, weil es euch neugierig machen wird. Alle die, die ohnehin schon von den Naturwissenschaften gefesselt sind: Lest es, weil es auf kurzweilige Art und Weise das Werden des heutigen Wissensstandes illustriert und weil es euch „eurem“ Physiker Schrödinger näher bringt. Und nicht zuletzt alle von den Naturwissenschaften Frustrierte: Lest es, weil euch, wenn ihr durchhaltet, Zusammenhänge offenbar werden, die so mancher Lehrer oder Dozent nicht rüber bringen konnte.

Mittlerweile sind 69 Jahre seit dem ersten Erscheinen des Buchs vergangen. Schrödinger stellte Fragen, die den Weg der modernen Genetik vorzeichneten. Seitdem führten enorme Forschungsleistungen von unzähligen Wissenschaftlern zu einem großen Wissenszuwachs in diesem Bereich. Angekommen sind wir trotzdem noch lange nicht.

Dieses Buch lässt einen hinter die Fassade des naturwissenschaftlichen Denkens blicken und lädt dazu ein, den Wundern dieses Lebens selbst nachzuforschen. Und mal ehrlich – ist das Suchen nicht sowieso spannender als das Finden? ph



## Motivation, neue Inspiration und internationale Kontakte

## Science on Stage : Mehr Freude am Lehrerberuf

Lehrkräfte aus 27 Ländern kommen alle zwei Jahre beim europaweiten Festival der Bildungsplattform Science on Stage zusammen, um sich über ihre Ideen und Konzepte für einen gelungenen naturwissenschaftlichen Unterricht auszutauschen. Die Rückmeldungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus acht Jahren wurden nun in einer Studie ausgewertet.

Die Bildungsplattform Science on Stage hat sich auf die Fahne geschrieben, Lehrkräfte der Naturwissenschaften aus ganz Europa zusammenzubringen, um gute Unterrichtsideen international „von Lehrern für Lehrer“ zu verbreiten. Wenn Rückmeldungen Schlagworte wie „Horizontweiterung“ oder „Ein Glücksmoment“ enthalten, zeugt das schon von der Qualität der Veranstaltung. Neben dem persönlichen Feedback belegen nun aber auch konkrete Zahlen einer Evaluation von Wissenschaftlern der Humboldt Universität zu Berlin, was der gemeinnützige Verein Science on Stage Deutschland e. V. leistet.

## Erfahren, was Andere im Unterricht machen

Bei den Festivals kommen regelmäßig rund 350 Lehrkräfte der Naturwissenschaften aus allen Ecken Europas zusammen, um ihre internationalen Kollegen über ihre Projekte, Experimente und Ideen für den naturwissenschaftlichen Unterricht an Ständen, in Fachvorträgen und in Bühnenpräsentationen zu informieren. Der Austausch und neue Anregungen für den eigenen Unterricht stehen hier klar im Vordergrund.

Die Bildungsfestivals sind überaus lebendige Veranstaltungen, von denen die Lehrkräfte hochmotiviert und mit unzähligen Ideen im Gepäck die Heimreise antreten. Der Verein schafft bereits bei den Festivals die Grundvoraussetzung für Folgeaktivitäten, so dass die Ideen nicht nach den vier

Tagen Ausnahmezustand verebben, sondern noch lange in die Lehrerzimmer und Klassenräume Europas hinein wirken können.

## 80 Prozent der Lehrer setzen die gesehenen Ideen im Unterricht um

Doch was genau bringt Science on Stage den Lehrerinnen und Lehrern? Tanja Tajmel und Ingo Salzmann von der Humboldt Universität zu Berlin haben sich die vergangenen vier Jahre über dieser Frage angenommen. In verschiedenen Testverfahren vor, während und nach den einzelnen Festivals eruierten sie die Auswirkungen, die die Teilnahme an den Veranstaltungen tatsächlich auf den alltäglichen Unterricht der Lehrkräfte haben. Wie die Studie bestätigt, hat die Mitwirkung einen nachhaltigen Effekt auf die Unterrichtsgestaltung und die Freude der Lehrkräfte an ihrem Beruf.

Im Einzelnen zeigen die Ergebnisse, dass rund acht von zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern von Science on Stage-Veranstaltungen die gesehenen Unterrichtsideen tatsächlich in die Praxis umsetzen. Weitere 70 Prozent der Lehrkräfte gaben an, nach der Teilnahme mehr Motivation und Freude an ihrem Beruf gewonnen zu haben. Doch nicht nur Anregungen, auch international gewonnene Kontakte werden von den Pädagogen geschätzt und gepflegt. Jeder zweite Teilnehmer hat Ideen, die er bei Science on Stage gesammelt hat, sogar in Fortbildungsveranstaltungen implementiert und somit zur Verbreitung beigetragen.

Unter Bildungsinitiativen ist die Untersuchung zur tatsächlichen Wirkung der Aktivitäten über einen solch langen Zeitraum einzigartig. Wohl auch aus diesem Grund wurden die Wissenschaftler eingeladen, das Modell und die Wirkungskreise von Science on Stage auf Fachkonferenzen, darunter die der National Science Teacher's Association (NASTA) in San Francisco und San Antonio in den Vereinigten Staaten vorzustellen.

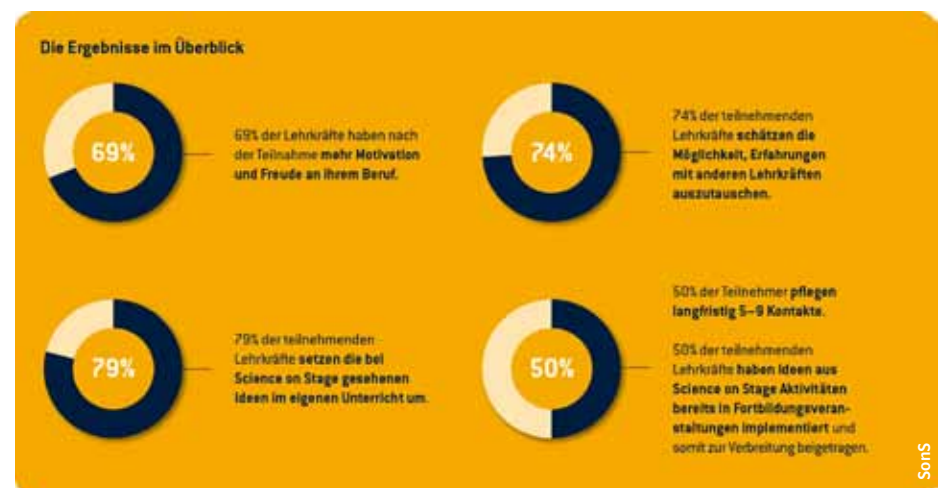
## Science on Stage Festival 2013: „Crossing Borders in Science Teaching“

Auch in diesem Jahr findet das Bildungsfestival für Lehrkräfte der Naturwissenschaften wieder statt und wird auch hier wieder evaluiert. Erstmals in bilateraler Kooperation präsentieren Pädagogen aus 25 Ländern



vom 25.–28. April 2013 in den deutsch-polnischen Grenzstädten Słubice und Frankfurt (Oder) im Collegium Polonicum 209 Projekte an Ständen, in Fachvorträgen und auf der Bühne. Schirmherren der Veranstaltung sind Bundespräsident Joachim Gauck und der polnische Präsident Bronisław Komorowski.

Das Festival, das unter dem Motto „Crossing Borders in Science Teaching“ steht, öffnet seine Pforten auch für interessierte (angehende) Lehrkräfte am Open Day, Samstag, den 27. April 2013. Mit dem Stichwort „Open Day“ können sich Interessenten per E-Mail (Name/Schule) an [info@science-on-stage.de](mailto:info@science-on-stage.de) für die Veranstaltung anmelden. Weitere Informationen unter [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de). ds





Best Practice

## Die Engführung von Schule und Beruf

Wie sich Berufsorientierung, MINT-Förderung von Mädchen und Technik-Unterricht eng miteinander verknüpfen lassen, zeigt das „Schlaumeier“-Projekt aus Bonlanden.

Zu welchem Zeitpunkt fällen Schülerinnen und Schüler die Entscheidung für ihren späteren Beruf? Und welche Faktoren beeinflussen ihre Entscheidung? Die Antworten auf diese Fragen sind so etwas wie der heilige Gral der MINT-Förderung. Von ihnen hängt die Behebung des Fachkräftemangels und damit ein gewichtiger Teil unseres gesellschaftlichen Wohlstands ab. Und sie könnten Frauen zum überfälligen Aufstieg in den immer noch männerdominierten technischen Berufen verhelfen. Seit Jahren ist man hinter diesen Antworten her, jedoch: ein Allheilmittel hat (noch) niemand gefunden.



Lego-Mindstorms Roboter sind ein zentrales Element des Technik-Kurses

Dafür gibt es aber genügend ermutigende Beispiele, wie die Berufsfindung von Seiten der Schule positiv mit gestaltet werden kann. An der Realschule Bonlanden bei Stuttgart wurde ein Projektkurs eingerichtet, der eine enge Verzahnung zwischen praxisbezogenem Technik-Unterricht und regelmäßigen Besuchen von außerschulischen Lernorten herstellt. Das Programm firmiert unter dem Namen „Die Schlaumeier aus Bonlanden“ und setzt in der Klasse 6 an – denn „der Abschnitt vor der Pubertät ist prägend für die spätere Berufsentscheidung“, so die Überzeugung von Schulleiter Thomas Dreher.

### Netzwerken inner- und außerhalb der Schule

Die Macherin hinter den Schlaumeiern ist Siglinde Plapp, Mathematik-Lehrerin und im Auftrag des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg für Fortbildungen an der Landesakademie Bad Wildbad zum Thema Berufsorientierung mitverantwortlich. Sie ist, wie so viele prägende Gestalten in Schulbereich, gut vernetzt und vor allen Dingen unerschrocken in der Begegnung mit neuen Themenbereichen. Für den Technikunterricht hat sie sich mit ihrem Kollegen Hans Bayha zusammengetan – er warf seine technische Expertise in die Waagschale, sie ihre Erfahrung im Bereich berufliche Orientierung. Ihr Ehemann arbeitet als Ingenieur in der Industrie und spielt mal den Ideengeber, mal den Vermittler von Kontakten in die Wirtschaft.

Die Teilnehmer des Projektkurses beginnen ihr Programm in der Regel mit einem Teamtraining in einem Wanderheim bei



Freestyle: Der Schlaumeier-Kurs inspiriert auch zu kreativen Applikationen der Technik

Bonlanden. Technisch-physikalische Themen sind hier erst mal fehl am Platz – es geht um „Teambuilding“ in Form von Rollenspielen. In der ersten Sitzung im Schulgebäude beschäftigen sich die Schüler dann aber bereits mit Elektromagnetismus und bringen ihre Erkenntnisse beim Bau einer elektrischen Klingel zur Anwendung. Danach kommt das LEGO Mindstorms-System zum Einsatz. Mittels Computer-Schnittstelle werden die LEGO-Roboter dazu programmiert, um Aufgaben wie die Sensoren-gesteuerte Fahrt entlang einer schwarzen Linie zu bewältigen. Darüber hinaus besteht das Programm aus zahlreichen Ausflügen in die reale Technikwelt: Besuche im Werk eines Autozulieferers oder am Institut für Automatisierungstechnik der Universität Stuttgart stellen die Verknüpfung zwischen Schule und beruflicher Sphäre her.

Der Einsatz, den die Schülerinnen und Schüler hierfür aufbringen müssen, ist groß: Die Veranstaltungen finden in der Regel am Nachmittag statt, manche sogar am Wochenende. Doch der Aufwand lohnt sich: Am Ende des Kurses steht eine Veranstaltung mit etwa 100 Besuchern, im Rahmen derer das Projekt als Ganzes präsentiert wird. Vorbereitet werden die Kinder in einem Training mit einer Theaterpädagogin. Zur beruflichen Kompetenz gehören neben dem technischen Know-How, der strukturierten Vorgehensweise im Team eben auch das Präsentieren.

### Förderung durch die Bosch-Stiftung

Die Mittel zum Erwerb der LEGO-Roboter kamen aus dem Programm „SENTA! – Schule, Entwicklung, Arbeit“ zur Weiterentwicklung der Berufsorientierung an Schulen, ausgeschrieben durch die Robert Bosch Stiftung. Hierfür erhielt die Schule 10.000 Euro bei einer Projekt-Laufzeit von zwei Jahren. Anschließend übernahm das von der baden-württembergischen Wirtschaft geförderte Netzwerk BBQ Berufliche Bildung. Das BBQ orientiert sich dabei an ähnlichen Programmen in anderen Bundesländern und verfolgt die Idee, die Berufswahl möglichst frühzeitig zu beeinflussen. Mittlerweile profitieren 36 Realschulen in Baden-Württemberg von diesem Programm. „Das Programm hat eine hohe Erfolgsquote, teilweise gehen 50 bis 60 Prozent der teilnehmenden Schüler nach ihrem Abschluss direkt in ein verbundenes Unternehmen über“, sagt Doris Neunzig, die für das BBQ die Realschule Bonlanden betreut.

Ausgezeichnet ist die Realschule in Bonlanden bereits: Sie ist MINT-freundliche Schule und hat bereits zum zweiten Mal das BorIS-Berufswahl-SIEGEL Baden-Württemberg für außergewöhnliche Berufsorientierung erhalten. Das wichtigste Ziel ist aber noch nicht ganz erreicht: Zwar hilft der Zuspruch von Siglinde Plapp den Mädchen bei der Entscheidung für die Schlaumeier. Bei der Berufswahl lassen sich viele aber noch abhalten von ihren Eltern, die für ihre Töchter etwas anderes vorgesehen haben als einen technischen Beruf. *bp*

### Weitere Informationen

**Website:**  
www.rs-bonlanden.de  
**Kontakt:**  
Siglinde Plapp  
Email: Siglinde1Plapp@aol.com

ANZEIGE

Schule trifft Wirtschaft

## Lehrerfortbildungen zur ökonomischen Bildung

Finanzkompetenz ins Klassenzimmer zu bringen, ist das gemeinsame Ziel von Klett MINT und der gemeinnützigen Initiative „My Finance Coach“. Seit gut zwei Jahren bildet My Finance Coach ehrenamtliche Finanzprofis aus, die die Thematik im Klassenzimmer, gemeinsam mit der Lehrkraft und didaktisch fundiert an Schüler und Schülerinnen herantragen. In den darauf abgestimmten und von Klett MINT entwickelten Lehrerfortbildungen, die bundesweit in den Klett „Treffpunkten“ veranstaltet werden, lernen Lehrerinnen und Lehrer die Materialien und deren Einsatz im Unterricht kennen, ergänzt durch wirtschaftstheoretisches Wissen, und ausführliches Begleitmaterial, das sofort im Unterricht einsetzbar ist. Damit wird Lehrkräften kostenlos ein ganzes Paket von Möglichkeiten zur Unterrichtsgestaltung zur Verfügung gestellt – Fächer übergreifend und auch in Englisch erhältlich. Dafür



wurde My Finance Coach 2011 von der deutschen Kommission der UNESCO als offizielles Projekt der Dekade „Bildung für nachhaltige Entwicklung“ ausgezeichnet. Aktuell werden Fortbildungen zu den Themen „Finanzen planen“, „Kaufen“ und „Umwelt und Wirtschaft“ angeboten. Ab Herbst 2013 wird es außerdem Fortbildungen zum Thema „Sparen“ geben.

### Themen und Termine

- **Planen:**  
11.06./Stuttgart
- **Kaufen:**  
05.06./Berlin  
02.07./München  
27.11./Dortmund
- **Umwelt und Wirtschaft:**  
07.05./Köln  
14.05./Frankfurt  
26.06./Mannheim  
24.09./Berlin

### Weitere Informationen

- **Mehr zur Stiftung „My Finance Coach“:**  
www.myfinancecoach.de/lehrer-und-eltern/
- **Weitere Informationen zu den Fortbildungen und Anmeldung:**  
www.klett-mint.de/mfc

ANZEIGE

Sonderausstellung, Workshops, Vorträge

## Von der Natur lernen – Sonderthema Bionik im Mitmach-Museum Experimenta bis Anfang Juni



Seit Mitte Februar zeigt das Mitmach-Museum „Experimenta“ in Frankfurt am Main (Hamburger Allee 22–24, Nähe Messekreisel) eine Bionik-Sonderausstellung, die von Workshops, wissenschaftlichen Vorträgen und zwei Lehrerfortbildungen begleitet wird. Der Besuch der Sonderausstellung, die bis zum 2. Juni läuft, ist im Eintrittspreis inbegriffen. Ziel der Bionik-Ausstellung ist es, Kinder, Jugendliche und Erwachsene für das Thema zu sensibilisieren. Details finden sich auf [www.experimenta.de/sonderausstellungen](http://www.experimenta.de/sonderausstellungen).

Bionik ist heute eine Methode, optimierte Strukturen in der Natur zu erkennen und daraus zukunftsweisende Lösungen in Technik, Wissenschaft, Medizin, Architektur und Wirtschaft zu entwickeln. Bereits Leonardo da Vinci beobachtete den Flug der Vögel und entwickelte

daraus seine ersten Flugapparate. Das war ein erster bewusster Schritt auf dem Weg zum „Ideenlabor Natur“. Nicht das einfache Kopieren der Konstruktion aus der Natur, sondern das Verstehen des Prinzips führt zum Erfolg.

### Fragen, forschen und be-greifen

Das Anfassen der rund 120 Experimentierstationen aus den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik ist in der Experimenta ausdrücklich erwünscht. Das Prinzip heißt „fragen, forschen und be-greifen“. Neugier wird geweckt und die Freude am Problemlösen gefördert. Flaschenzüge, Sandpendel und ein Teufelsrad animieren zum Ausprobieren genauso wie selbsttragende Brücken, die die Besucher errichten können, Seifenblasen zum Hineinsteigen und Kugelbahnen. Die einzelnen Experimentierstationen sind in die zehn Themenkreise Bewegung, Geschwindigkeit, Energie und Umwelt, Luft, Schwingungen, Muster und Zahlen, Puzzle und Parkettierung, Spielen, Optik und Informatik eingeordnet; Raumpläne stehen auch online zur Verfügung.

Seit Eröffnung im März 2011 hat Experimenta schon über 180.000 Besucher angezogen.

### Weitere Informationen

[www.experimenta.de](http://www.experimenta.de)



## Reportage

## Jugend forscht 2013: Impressionen vom Landeswettbewerb

Der Einzug in den Landeswettbewerb von „Jugend forscht“ ist geschafft. In der Schwabenlandhalle in Fellbach stellen jetzt die 105 besten Nachwuchsforscher Baden-Württembergs ihre kreativen Projekte vor und kämpfen um einen Platz im Bundesfinale.

Der Himmel ist grau über der Schwabenlandhalle in Fellbach, es nieselt. Öffnet man die große, gläserne Schwingtür der Eingangshalle wird man jedoch sofort aufgesogen in eine andere, viel buntere Welt. Die großzügigen Räumlichkeiten beherbergen die Ideen und Projekte der 55 teilnehmenden Teams. Die Atmosphäre ist untermalt das Geschehen.

Es ist der dritte Tag für die Teilnehmer, die sich für den Landeswettbewerb in Baden-Württemberg qualifizieren konnten. Zwei ereignisreiche Tage liegen hinter ihnen, an denen gearbeitet, aber auch entspannt und Kontakte geknüpft werden konnten. Heute werden die Projekte der Öffentlichkeit präsentiert.

#### Nur wer seine Arbeit gut präsentiert, kommt weiter

Die Präsentation ist hier der zentrale Bestandteil der eigenen Arbeit. Zur Verfügung steht den Gruppen dafür jeweils ein Stand, den sie mit Anschauungsmaterial und Postern ausstatten können. Gerrit Anders, den wir schon zu Beginn des Wettbewerbs getroffen haben (siehe MINT Zirkel 1+2/2013), konnte im Regionalwettbewerb im Kreis Heilbronn-Franken den ersten Platz erringen und sich damit das Ticket für den Landeswettbewerb sichern. Er zeigt mir seinen Stand und erzählt von dem vorherigen Tag. Dem Tag, der über den ersehnten Einzug ins Bundesfinale entscheidet. „Morgens und mittags habe

ich mein Projekt vor zwei verschiedenen Jurygruppen à 3 Personen verteidigt. Die Jury bestand aus Experten aus Hochschulen, Schulen und Wirtschaft, die nach der ca. 15-minütigen Präsentation Fragen zum Thema stellten.“ Wer weiter kommen möchte, kann sich hier nicht nur auf die schriftliche Ausarbeitung seiner Arbeit verlassen, denn es wird großen Wert auf die mündliche und visuelle Präsentation der Projekte gelegt. Das wissen die Jungforscher – und das sieht man ihren Ständen an. Gerrit erzählt von der Zeit, die er in den Entwurf der Plakate gesteckt hat: „Das hat mich schon einige Stunden gekostet.“ Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Die Graphen-Synthese durch Tieftemperatur-Verknüpfung hat er sich bereits patentieren lassen. Mit einigen ergänzenden Worten zeichnet er anhand seiner Plakate ein Bild von einer zukünftigen Welt, welche bereichert ist durch die Anwendungsmöglichkeiten von Graphen: aufrollbare Laptops, extrem leistungsfähige Computer mit einer Taktung von bis zu 300 statt den bisher üblichen 3 Gigahertz und neuartige, effiziente Solarzellen.

#### Ein Biotop an Ideen

Seine 54 Mitstreiterenteams legen sich nicht minder ins Zeug. So zeigen die Teilnehmer in der Ausstellungshalle ein Motorrad vom Typ Suzuki Gladius, an die das Forscherteam einen Toten-Winkel-Assistenten angebracht hat, eine Fräsmaschine, die die Teilnehmer selbst gebaut haben und ein Lauf-



Gerrit Anders präsentiert sein Projekt zur Graphen-Synthese

band, an das ein Generator angeschlossen wurde. So wird der faule Couchabende zum sportlichen Ereignis, indem der Fernseher durch die eigene Muskelkraft mit Strom versorgt werden kann. An den Ständen wird man durch Schmatzmaschinen empfangen – eine möglichst naturgetreue Nachbildung des menschlichen Kauapparates samt motorbetriebener Kieferbewegung und Speichelerersatz; verschiedenste Mikroskope, u.a. ein Fluoreszenzphasenmikroskop und einige Beamer, mit deren Hilfe die Jungforscher ihre Projekte präsentieren.

Man merkt den Teilnehmern an, dass sie, trotz der anstrengenden Tage, mit Feuereifer bei der Sache sind. Wieder und wieder erklären sie den begeisterten Besuchern ihre Experimente und Versuchsauf-

bauten. Dabei gerät die Tatsache, dass die Nachwuchsforscher mit ihren 15 bis 21 Jahren selbst noch sehr jung sind, schnell in Vergessenheit – professionell, sympathisch und eloquent vertreten sie ihre eigenen Ideen. Bei dieser hohen Leistungsdichte dürfte es den Juroren schwer fallen, sich für die acht Siegerteams zu entscheiden. ph

#### Weitere Informationen

→ **Weblink zu den Landessiegern:**  
[www.jugend-forscht-bw.de](http://www.jugend-forscht-bw.de)

In der übernächsten Ausgabe werden wir vom Bundeswettbewerb in Leverkusen berichten.

## think ING. kompakt

### Neues Design und Versionen für iPad und Android-Tablet

Das Magazin think ING. kompakt stellt in monatlichen Themenausgaben Branchen, Produkte und Berufsfelder der deutschen Metall- und Elektro-Industrie allgemeinverständlich, vielfältig und spannend dar. Für eine zunehmende Zahl von Lehrkräften ist es zur regelmäßigen Lektüre aus der bunten Welt der Ingenieure, für manche auch schon zum Unterrichtsmaterial geworden. Nun erscheint think ING. kompakt nicht nur in einem komplett neuen Look, sondern ist auch in einer digitalen Version für das iPad und das Android-Tablet erhältlich.

„Wir zeigen eine hochmoderne Industrie und die dort arbeitenden Ingenieurinnen und Ingenieure. Oft genug blicken wir auch in die Forschungsabteilungen und auf die Produkte von Morgen. Deshalb muss die Gestaltung des Magazins einfach dazu passen“, kommentiert Redaktionsleiter Frank Putzmann das neue think ING. kompakt. Moderne Linienführung, klare Gestaltung und eine durchgängig frische Erscheinung führen nun die Leserschaft jeweils in ein attraktives Thema aus dem vielfältigen Kosmos der Ingenieur- und Naturwissenschaften ein.

Bisher erschien think ING. kompakt als E-Paper und als Printversion, doch mit der Ausgabe 1/2013 folgt auch eine digitale Ausgabe für Apple- und Android-Tablets. Erhältlich sind diese Versionen kostenlos in den entsprechenden App-Stores.

Mit der ersten Ausgabe des Jahres, die die hochtechnische und reizvolle Welt der Passagierflugzeuge behandelt, startete auch die erste Tablet-Version der kompakt durch. Die Flugzeugbranche erlebt seit einigen Jahren wieder einen enormen Aufwärtstrend. So betrachtet diese Ausgabe der think ING. kompakt u. a., welche innovativen Ideen die Ingenieurinnen und Ingenieure in petto haben und wie technisch auf kräftig steigende Passagierzahlen und die hohen Erwartungen bei der Verminderung des Kraftstoffverbrauchs sowie der Reduzierung der Lärmmissionen reagiert wird.

Neben der Präsentation ehrgeiziger Projekte, spannender Lebensläufe und den gewohnt kompakten Informationen rund um Berufsbilder und Studienmöglichkeiten wird die digitale Ausgabe ergänzt um zusätzliches Bildmaterial, animierte Grafi-

ken, Statistiken, Filme oder Interviews. „Mit diesem weiterführenden Material können sich die Leserinnen und Leser noch intensiver und vielfältiger in das entsprechende Thema einarbeiten“, erläutert Frank Putzmann den Mehrwert der App-Version. „Dabei sind wir nicht vom gewohnt knappen, kurzweiligen und informativen Wissenstransfer abgewichen, es bleibt kompakt.“

Mit dem Thema „Wassermanagement“ befasst sich die zweite Ausgabe des Jahres. Weltweit arbeiten Ingenieurinnen und Ingenieure an Lösungen für eine sichere und hygienisch einwandfreie Wasserversorgung. Freuen können sich Tablet-Nutzer schon auf die Ausgabe 3/2013 zum Thema Brückenbau mit einem Schwerpunkt auf dem Aspekt Brückensanierung. Die digitalen Ausgaben geben Einblicke in die Technologien von heute und morgen sowie Informationen zu passenden Studiengängen und Berufsbildern. Und auch die digitalen Versionen dieser Ausgaben halten wiederum zusätzliche Bilder, Studien und Interviews als Zusatzmaterial parat.

Neugierig geworden? – Dann steht die think ING. kompakt auf der Website kostenlos zum Download oder als Printexem-

# think ING.

Die Initiative für  
Ingenieurnachwuchs

plar per portofreiem Postversand bereit. Lehrkräfte und andere Multiplikatoren können sich als Premium-User bei think ING. registrieren lassen und bis zu 100 Stück ordern oder die Abo-Funktion auswählen – dann gibt es die neueste Ausgabe direkt per E-Mail oder per Post. Noch bequemer haben es die Tablet-Nutzer, die einmal bei Google Play oder im App Store die think ING. kompakt App auf ihr Tablet laden müssen, dann jedoch per Update automatisch die jeweils neu erscheinende Ausgabe bekommen.

#### Weitere Informationen

[www.think-ing.de/kompakt](http://www.think-ing.de/kompakt)

Über den Link gelangen Sie zu weiteren Informationen über die digitale Ausgabe:

<http://s.think-ing.de/kompakt-digital>