

## Neurobiologie

### Der Geruch des Immunsystems

MHC-Klasse-I-Peptide aktivieren Nervenzellen tief im Vomeronasalorgan

**Um miteinander zu kommunizieren, setzen Säugetiere kleine, flüchtige oder wasserlösliche Moleküle als chemische Signale frei. Auch bestimmte Proteine des Immunsystems im Urin fungieren offenbar als Informationsträger – zumindest bei Mäusen.**

An der Basis der Nasenscheidewand besitzen die meisten Säugetiere ein spezielles Organ des Geruchsapparates, dessen Name wie ein Zungenbrecher... >>

#### kurz&knapp

Solarzelle mit Energiespeicher

Risiken von Vioxx waren schon im Jahr 2000 abzusehen

Putin unterzeichnet Kyoto-Protokoll

Östrogene beeinträchtigen Fortpflanzung von Fischen direkt und indirekt

Mensch ist der größte Erosionsfaktor seit 2000 Jahren

#### DenkMal

Was verhinderte zunächst den erfolgreichen Start der Wegwerfwindel?

- a) Umweltbewusstsein
- b) Arbeitsaufwand
- c) falscher Werbeslogan
- d) Preis
- e) Misstrauen gegenüber Neuem

#### Antwort

#### Nanotechnologie

### Ein weiter Ruf

Information macht optisch weite (Nano-)Sprünge

In unserer Welt des Makrokosmos tragen Glasfaserkabel schon längst optische Informationen um die ganze Welt. Um das für zukünftige Nanotechnologien auch auf der Ebene von Molekülen umzusetzen, fehlt es bislang an einigen wichtigen Bauteilen. Ein winziges Hightechprodukt in Sandwich-Bauweise könnte weiterhelfen. >>



#### Mathematische Knochelei

### Der Groschen

Früher war alles besser und der Groschen noch zehn Pfennige wert. Ja, man konnte sich dafür sogar etwas Richtiges kaufen. Süßigkeiten zum Beispiel oder Sammelbilder. Vorausgesetzt, man passte unterwegs gut auf sein kleines Vermögen auf. >>

## Neurobiologie

**Der Geruch des Immunsystems**

MHC-Klasse-I-Peptide aktivieren Nervenzellen tief im Vomeronasalorgan

**Um miteinander zu kommunizieren, setzen Säugetiere kleine, flüchtige oder wasserlösliche Moleküle als chemische Signale frei. Auch bestimmte Proteine des Immunsystems im Urin fungieren offenbar als Informationsträger – zumindest bei Mäusen.**

An der Basis der Nasenscheidewand besitzen die meisten Säugetiere ein spezielles Organ des Geruchsapparates, dessen Name wie ein Zungenbrecher klingt: das Vomeronasalorgan (VNO). Eine wichtige Rolle spielt es bei der chemischen Kommunikation, denn die dort ansässigen Nervenzellen reagieren auf Pheromone und andere Botenstoffe, die Informationen über das Geschlecht, den sexuellen und sozialen Status und die Individualität von Artgenossen preisgeben. Doch bislang erwies es sich als schwierig, die molekulare Natur dieser chemischen Signale zu enthüllen. Es gelang zwar, einige kleine, aus Urin abgeleitete flüchtige Verbindungen zu identifizieren, die Neuronen in der oberflächlichen - der apikalen - Zone des VNO-Epithels aktivieren. Reize für Nervenzellen in der tiefen - der basalen - Zone konnten Forscher indes noch nicht aufspüren.

Als exzellente Kandidaten erschienen Trese Leinders-Zufall von der University von Maryland und ihren Kollegen Peptidliganden der so genannten MHC-Klasse-I-Moleküle. Hinter "MHC" verbirgt sich der ebenfalls zungenbrecherische Begriff Haupthistokompatibilitätskomplex. Er benennt eine Genfamilie, deren Produkte im Rahmen einer Immunantwort Bruchstücke eines Fremdproteins - des Antigens - einfangen und benachbarten T-Zellen präsentieren. Da die einzelnen MHC-Moleküle je nach ihrer Architektur unterschiedliche Peptide binden, liefern sie eine einzigartige molekulare Signatur für jedes Individuum. Verharren die Peptid-MHC-Komplexe nicht an der Zelloberfläche, sondern erscheinen im Urin oder anderen Körpersekreten, so könnten sie Artgenossen vielleicht Hinweise über das eigene Immunsystem liefern.

Um ihre Vermutung zu überprüfen, testeten die Wissenschaftler an intakten Vomeronasalorgan-Präparaten von Mäusen, ob bekannte Liganden der MHC-Klasse-I-Moleküle Antworten der Neuronen hervorrufen. Und tatsächlich: Die beiden eingesetzten Peptide lösten abhängig von ihrer Konzentration unterschiedlich starke Reaktionen aus. Kontrollpeptide, die statt der charakteristischen Reste der MHC-Klasse-I-Liganden Alanin-Moleküle aufwiesen, vermochten die Nervenzellen hingegen nicht zu reizen. Folglich könnten für deren Aktivierung bestimmte strukturelle Eigenschaften von Peptiden zwingend notwendig sein.

Im nächsten Schritt untersuchten die Forscher die ablaufenden Prozesse im VNO optisch: Dazu statteten sie die Neuronen mit einem  $\text{Ca}^{2+}$ -Indikator-Farbstoff aus, denn jene Zellen lassen als Reaktion auf eine chemische Stimulation die interne  $\text{Ca}^{2+}$ -Konzentration in die Höhe schnellen. Auf diese Weise konnten die Wissenschaftler nachweisen, dass strukturell unterschiedliche MHC-Klasse-I-Peptide aus Mäuseurin jeweils bei individuellen Untergruppen der Nervenzellen eine spezifische Antwort auslösen. Und die erregten Neuronen befanden sich größtenteils in der basalen Hälfte des Epithels, also tief innerhalb des Vomeronasalorgans.

"Unsere Experimente identifizierten eine unerwartete Rolle für MHC-Klasse-I-Peptide als chemosensorische Reize", betonen die Forscher. Da diese Proteine bei jedem Individuum einzigartig sind, könnten die Tiere anhand dieses persönlichen "Fingerabdrucks" womöglich sogar einzelne Artgenossen erkennen. Zudem gewähren jene Peptide im Urin oder anderen Körperflüssigkeiten einen flüchtigen "Blick" auf das Immunsystem des Lebewesens - und liefern somit Informationen, die bei der Partnerwahl, der Embryonen-Einnistung oder dem Vermeiden von Inzucht wichtig sein könnten.

Auch Menschen besitzen ein Vomeronasalorgan, allerdings scheint es nicht mehr zu funktionieren. Ob ähnliche Immunsystem-Moleküle in ihrem Schweiß oder Speichel auftreten und welche Funktionen sie erfüllen, gilt es noch herauszufinden.

**Ulrike Knoll**

Freie Wissenschaftsjournalistin

© spektrumdirekt

**Quellen:**

Science 306: 1033-1037 (2004)



Auf der Abbildung ist ein Schnitt durch das Vomeronasalorgan dargestellt, einer winzigen Struktur in der Nasenscheidewand der Maus. Die beiden Zonen mit sensorischen Nervenzellen sind rot und grün angefärbt. In der basalen (grünen) Schicht befinden sich die Zellkörper der Neuronen, die von Peptiden des Immunsystems erregt werden können.

© Science

## Nanotechnologie

**Ein weiter Ruf**

Information macht optisch weite (Nano-)Sprünge

**In unserer Welt des Makrokosmos tragen Glasfaserkabel schon längst optische Informationen um die ganze Welt. Um das für zukünftige Nanotechnologien auch auf der Ebene von Molekülen umzusetzen, fehlt es bislang an einigen wichtigen Bauteilen. Ein winziges Hightechprodukt in Sandwich-Bauweise könnte weiterhelfen.**

Wer anderen etwas mitteilen möchte, muss dicht genug daneben stehen - sonst verhallt die Neuigkeit ungehört. Diese Binsenweisheit aus Kindertagen hat auch in der Nanowelt der Moleküle ihre Gültigkeit. Allerdings werden hier die Informationen mit Vorliebe durch Resonanz übertragen. Der Sender strahlt ein Energiebündel ab, und der Empfänger schnappt es im günstigsten Fall auf. Wie gut das geht und wie viel Energie wirklich ankommt, hängt unter anderem von der Entfernung zwischen Sender und Empfänger ab. Je dichter, umso effektiver ist der Transfer natürlich, und bei rund 10 Nanometern ist Schluss. Was weiter weg ist als diese Distanz, die ungefähr 100 Atomdurchmessern entspricht, findet nicht mehr so richtig in die Resonanzschwingung hinein. So sind die langjährigen Erfahrungen aus Physikochemie und Biophysik, und daran haben Wissenschaftler sich gewöhnt. Zumindest die meisten.

Den beiden britischen Forschern William Barnes von der Universität Exeter und Piers Andrew von der Universität Cambridge waren 10 Nanometer aber zu wenig. Zur Umsetzung ihrer Ideen für nanophotonische Schaltungen, in denen Licht wie elektrischer Strom kontrolliert und genutzt werden kann, benötigen sie aktive Bauelemente wie beispielsweise Schalter. Und die lassen sich nur realisieren, wenn die Energie auch nach einem Sprung über größere Strecken noch vom Empfänger registriert wird. Im Verbund mit den bereits existierenden passiven Baugruppen, die Aufgaben von Filtern, Wellenleitern, Polarisatoren und Lichtquellen im Nanomaßstab übernehmen, wäre die Nanophotonik damit einen bedeutenden Schritt in Richtung einer kleinen Demonstrationsschaltung vorangekommen.

Barnes und Andrew nutzten das besondere Verhalten von dünnen Metallfilmen, auf die ein Lichtpuls fällt. Das Licht versetzt die Oberflächenelektronen in kollektive Schwingungen, sodass die Photonen entweder absorbiert, gestreut oder reflektiert werden. Dabei entsteht an der Oberfläche ein elektromagnetisches Feld, das sich über 10 bis 100 Mikrometer erstrecken kann, aber nur 200 bis 300 Nanometer in das Metall hineinreicht. Physiker sprechen von Oberflächen-Plasmon-Polaritonen - oder kurz Plasmonen. In ihnen sahen die Forscher den geeigneten Mediator für ihr Resonanzsignal.

Als Sender diente eine Polymerschicht mit eingelagerten Farbstoffmolekülen, die mit Licht angeregt werden können. Der Empfänger bestand ebenfalls aus Polymer mit Farbstoffen, die über Resonanz die Energie auffangen und dann als Fluoreszenzlicht abstrahlen sollten. Zwischen beiden Schichten steckte wie der Belag in einem Sandwich ein Silberfilm von 120 Nanometern Dicke - nach konventionellen Maßstäben eine unendliche Strecke für den Resonanztransfer. Dank der Plasmonen des Silbers kamen in den Versuchen jedoch rund 70 Prozent der Energie tatsächlich beim Empfänger an. Die Wissenschaftler hatten damit eine Art Bindfadentelefon für Farbstoffe entwickelt, die eigentlich viel zu weit auseinanderstehen, um Informationen auszutauschen. Mit dem Plasmon-Trick geht es doch.

Noch tummeln sich die Plasmonen nur in Laborexperimenten. Sie könnten aber schon bald den Energietransport in organischen Leuchtdioden verbessern, die manche Ingenieure für das Displaymaterial zukünftiger Computer halten. Oder sie wirken in neuen Arten von Nanosolarzellen. Auch molekulare Detektoren könnten die Hilfe von Plasmonen gebrauchen. Das Prinzip haben die Wissenschaftler bewiesen, nun gilt es, den Schritt zur Anwendung zu machen. Doch der braucht auch meist seine Zeit.

**Olaf Fritsche**

Freier Journalist [www.wissenschaftwissen.de](http://www.wissenschaftwissen.de)

© spektrumdirekt

**Quellen:**

Science 306: 1002-1005 (2004)

## Energietechnik

**Solarzelle mit Energiespeicher**

Japanische Wissenschaftler haben eine neuartige Solarzelle entwickelt, die zugleich als Speicher für die elektrische Energie fungiert. Das Gerät sei bei der Nutzung schwachen Lichts doppelt so effektiv wie traditionelle Solarzellen auf Siliziumbasis, erklärte der Erfinder Tsutomu Miyasake von der japanischen Toin Universität. Es könne daher indirektes Sonnenlicht wie an verregneten Tagen oder bei bedecktem Himmel umsetzen und sogar Licht innerhalb von Gebäuden. Die gespeicherte elektrische Energie könne es zu jedem Zeitpunkt freigeben, selbst nachts.

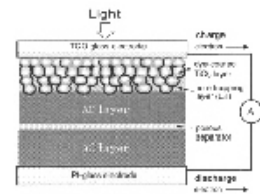
Die neue Solarzelle besteht aus zwei Elektroden, die aus mehreren Schichten aufgebaut und durch einen Harzfilm voneinander getrennt sind. Die lichtabsorbierende Fotoelektrode aus Titandioxid sammelt das einfallende Licht über Farbstoffmoleküle an der Oberfläche. Dabei werden Elektronen frei, die über das Titandioxid und einen externen Leiter zur so genannten Gegenelektrode fließen, wo sie in einer Kohlenstoffschicht gespeichert werden. Die positiven Restladungen verbleiben dagegen in einer Kohlenstoffschicht der Fotoelektrode. Wie in einem Kondensator sind die entgegengesetzten Ladungsträger dadurch räumlich getrennt und bewahren die elektrische Energie.

Als nächstes möchte Miyasaka mit seinem Team die Kapazität der Solarzelle erhöhen und sie für praktische Anwendungen fit machen. Denkbar wäre zum Beispiel der Einsatz in Handys und Taschencomputern.

© spektrumdirekt

**Quellen:**

Applied Physics Letters 85: 3932 (2004)



Farbstoffe an der Oberfläche des Titandioxids fangen das Licht auf und geben Elektronen ab, die über eine externe Leitung in eine Speicherschicht aus Kohlenstoff wandern. Die positive Ladung verbleibt dank einer Schicht mit Lithiumjodid in der Fotoelektrode.

© Applied Physics Letters

## Medikamente

**Risiken von Vioxx waren schon im Jahr 2000 abzusehen**

Ein erhöhtes Herzinfarkt-Risiko bei Einnahme des Schmerzmittels Vioxx zeichnete sich bereits im Jahr 2000 in mehreren Studien deutlich ab. Schon damals hätte der Hersteller Merck das Präparat zurückziehen müssen, kritisieren Wissenschaftler der Universität Bern. Das Pharmaunternehmen hatte Vioxx am 30. September 2004 vom Markt genommen, nachdem eine relativ kleine Studie ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Einnahme des COX-2-Hemmers ergeben hatte.

Ein Forscherteam um Peter Jüni und Matthias Egger hatte Daten von über 20 000 Patienten aus 29 Studien übergreifend analysiert. Bereits Ende des Jahres 2000 waren 41 von insgesamt 52 Herzinfarkten unter der Einnahme von Vioxx aufgetreten, ein signifikanter Unterschied zu anderen Medikamenten, der hellhörig hätte machen müssen. Jüni, Egger und ihre Kollegen kritisieren dabei insbesondere den Umgang mit den Ergebnissen der so genannten Vigor-Studie, in der sich bereits deutlich ein höheres Infarktrisiko bei Vioxx-Patienten gezeigt hatte. Die Studienleiter hatten dies aber nicht auf einen schädlichen Einfluss des Merck-Präparats zurückgeführt, sondern auf einen schützenden Effekt des damit verglichenen Medikamentes Naproxen. Überhaupt stellten die Wissenschaftler eine negativere Bewertung der Ergebnisse fest, wenn sie von unabhängigen, an der Studie nicht beteiligten Forscher erfolgte. Das Berner Team fordert daher, dass Studien zukünftig immer extern beurteilt werden sollten.

Die Wissenschaftler fanden auch keinen Hinweis, dass ein erhöhtes Risiko nur bestehe, wenn das Medikament länger als 18 Monate eingenommen werde. Dies hatte Merck beim Rückzug von Vioxx gemeldet. In der Analyse der Berner Forscher zeigte sich hingegen, dass auch bei kürzeren Einnahmezeiten ein gesteigertes Risiko für Herzinfarkte bereits zu beobachten sei.

© spektrumdirekt

**Quellen:**

[The Lancet](#) (5. November 2004)

Klimawandel

## Putin unterzeichnet Kyoto-Protokoll

Sieben Jahre nach der Ausarbeitung des Kyoto-Protokolls kann die Vereinbarung in Kraft treten. Nachdem das entsprechende Gesetz von den beiden russischen Parlamentskammern gebilligt wurde, unterschrieb es nun Präsident Putin. Die Ratifizierung des Vertrags in Russland ist damit abgeschlossen.

Mit Russland sind jetzt die Voraussetzungen des Abkommens erfüllt. Nach diesen müssen mindestens 55 Staaten dem Vertrag beitreten, darunter so viele Industrieländer, dass - bezogen auf das Jahr 1990 - wenigstens 55 Prozent der Kohlendioxidemissionen aller Industriestaaten erfasst sind. Nachdem mit den USA und Australien zwei der größten Treibhausgasproduzenten das Kyoto-Protokoll abgelehnt hatten, hing die Ratifizierung zwingend von Russland ab.

Das Kyoto-Protokoll sieht vor, den Ausstoß von Kohlendioxid und anderen klimaschädlichen Gasen in den Industriestaaten bis 2012 um 5,2 Prozent zu senken.

Wegen des Zusammenbruchs der industriellen Produktion in der post-sowjetischen Ära liegen die Emissionen in Russland heute um 30 Prozent niedriger als noch vor 1930.

© spektrumdirekt

## Gewässerökologie

**Östrogene beeinträchtigen Fortpflanzung von Fischen direkt und indirekt**

Nehmen Fische langfristig synthetische Östrogene auf, hat dies über Generationen hinweg direkte und indirekte Konsequenzen auf ihren Vermehrungserfolg. Im Experiment setzte das Forscherteam um Jon Nash von der Katholischen Universität Leuven in Belgien mehrere Generationen von Zebrafischen (*Danio rerio*) niedrigen Dosen des künstlichen Östrogens Ethynylestradiol aus und maß die Fortpflanzungsrate sowie die körperliche Veränderungen der Tiere. Sie setzten dabei Hormonmengen ein, die niedriger lagen als momentan in freier Natur gemessene Konzentrationen.

Keine Auffälligkeiten zeigte die Elterngeneration, aber bereits bei ihrem Nachwuchs reduzierte sich die Fruchtbarkeit um 56 Prozent. Von geschätzten 12 000 gelaichten Eiern war zudem keines entwicklungsfähig. Die Fische wiesen eine gestörte Geschlechtsdifferenzierung auf. Kein Männchen besaß einen funktionsfähigen Hoden, und die Produktion von Spermien unterblieb.

Die missgebildeten Männchen zeigten dennoch normale Verhaltensmuster, was die Reproduktionsaussichten für die Zebrafische noch weiter verschlechtert. In Becken mit gesunden Fischen konkurrierten sie um die Weibchen, animierten diese zum Laichen und versuchten die Befruchtung durch normale Männchen zu unterbinden. Die Forscher schließen daraus, dass vor allem Schwarmfische durch diese Konkurrenzsituation doppelt unter dem Einfluss künstlicher Hormone leiden und in ihrer Vermehrung eingeschränkt werden.

Schon seit längerem stehen künstliche Hormone im Verdacht, die Geschlechtsentwicklung und Fortpflanzung von aquatischen Tieren zu stören und zu unterbinden. Entsprechende Schäden und Auswirkungen beobachtete man unter anderem bei so unterschiedlichen Gruppen wie Alligatoren, Seeschwalben, Forellen oder Fröschen.

Synthetische Hormone finden vielfältigen Einsatz in Medikamenten wie beispielsweise der Pille und entstehen als Abbauprodukt beim Umsatz von Kunststoffen oder Pestiziden.

© spektrumdirekt

**Quellen:**

[Environmental Health Perspectives](#) 10.1289/ehp.7209 (2004)

**Bodenkunde****Mensch ist der größte Erosionsfaktor seit 2000 Jahren**

Der durch menschliches Handeln verursachte Bodenabtrag ist zehnmal so hoch wie die Erosion durch alle natürlichen Prozesse zusammen. Bereits kurz nach Christi Geburt stieg der Mensch zum wichtigsten Erosionsfaktor der Erde auf. Zu diesen Erkenntnissen kommt der Geologe Bruce Wilkinson von der Universität Michigan anhand von Berechnungen des natürlichen Abtrags.

Der Forscher nutzte vorhandene Daten der globalen Verbreitung sowie der Menge von Sedimentgesteinen und setzte sie in Bezug zu der Geschwindigkeit, in der sie zuvor abgelagert wurden. Während der letzten 500 Millionen Jahre betrug demnach die natürliche Erosionsgeschwindigkeit etwa 18 Meter pro eine Million Jahre. Greift der Mensch durch Ackerbau ein, schnellte die Rate auf 460 Meter in einer Million Jahre hoch. Dies gilt zumindest für die USA. Der Wissenschaftler schätzt allerdings, dass die Erosionsgeschwindigkeit in anderen, noch weniger nachhaltig bewirtschafteten Regionen weitaus höher sein könnte.

Wilkinson zieht dabei die jeweilige flächenhafte Verbreitung menschlichen und natürlichen Bodenabtrags ins Kalkül. Letztere ist in ihrer räumlichen Ausdehnung wesentlich größer und die Gesamtmenge dadurch sehr hoch. Aber auch wenn man diesen Faktor einkalkuliert, sorgt der Mensch für höhere Erosionsraten als die Natur.

Die Rate der natürlichen Bodenbildung entspricht in etwa dem Tempo der ursprünglichen Erosion. Die Weltbevölkerung lebt somit auch in diesem Fall bereits über ihren Verhältnissen. Jedes Jahr gehen durch Wind- und Wassererosion 75 Milliarden Tonnen Bodenmaterial verloren und werden deswegen fünf bis sechs Millionen Hektar Nutzland aufgegeben.

© spektrumdirekt

**Quellen:**

[Geological Society of America Meeting, Denver \(7-10.11.2004\), Abstract](#)

## Frage

**Was verhinderte zunächst den erfolgreichen Start der Wegwerfwindel?**

- a) Umweltbewusstsein
- b) Arbeitsaufwand
- c) falscher Werbeslogan
- d) Preis
- e) Misstrauen gegenüber Neuem

## Antwort:

Die Erfinder der Wegwerfwindeln hatten zunächst auf den falschen Werbeslogan gesetzt: Sie versprachen den Eltern Arbeitserleichterung. Doch erst als sie das Wohl des Kindes betonten, konnten sie die Käufer überzeugen.

## Erklärung:

Haben Sie schon einmal einen Werbespot gesehen, in dem bei Wegwerfwindeln die einfache Handhabung im Vordergrund stand? Kaum - selbst wenn der praktische Klebverschluss oder die dicht schließenden Höschen gezeigt werden, die Botschaft ist immer: Alles ist nur dafür da, Kinder quietschvergnügt zu machen. Baby ist trocken, Baby ist glücklich.

Dass für Mütter und Väter dieser Aspekt im Vordergrund steht, mussten die Werbestrategen für Wegwerfwindeln in den 1960er Jahren erst lernen. Denn die Verkaufszahlen stiegen erst, als die Slogans und Spots entsprechend umgestellt wurden. Die Arbeitserleichterung für die Eltern, eigentlich durchaus ein wichtiger Punkt, war für die Konsumenten höchstens zweitrangig.

Hierin zeigt sich auch, dass Werbung auf zwei Schienen agiert: Es können Sachargumente angeführt werden, oder aber der Anbieter versucht, auf der emotionalen Ebene zu überzeugen. Ein Produkt, das durch seine Werbemaßnahmen ein gutes Gefühl erzeugt, sollte im Supermarkt denselben Eindruck wecken - dann hat die Werbung funktioniert, und der Kunde kauft. Dazu kann beitragen, dass wir dem Produkt häufig begegnen. Der Name, das Aussehen, irgendein Kennzeichen wird dann so geläufig, dass wir es leicht einordnen können - und das wiederum geht mit einem positiven Gefühl einher. Wichtig ist dabei allerdings, dass diese häufige Präsentation eher unbewusst geschieht und daher nur beiläufig registriert wird, wie beispielsweise die Bandenwerbung in Sportveranstaltungen. Denn schiebt sich ein Objekt zu stark in den Vordergrund, bewerten Kunden ein Produkt eher abwertend.

Ob die sachliche oder die emotionale Schiene erfolgreicher ist, hängt stark von den Folgen eines Kaufs ab. Sind die Nachteile eines Fehlkaufs hoch, möchten wir uns gut informieren können - und erwarten entsprechende Aussagen in der Werbung. Liegt das Risiko niedrig, konzentrieren sich viele Menschen eher auf die oberflächlichen Merkmale und lassen sich beispielsweise durch prominente Personen als Werbeträger oder die Stimmung in der Werbung überzeugen.

Welche Schiene gewählt wird, hängt aber auch vom Medium ab, in dem geworben wird. Handelt es sich um Fernsehen oder Radio, in denen Werbung eher beiläufig wahrgenommen wird, kommt es auf einfache, klare Botschaften an. Erscheint die Anzeige aber beispielsweise in einer Fachzeitschrift, wirkt fundierte Information stärker.

Übrigens glauben die meisten Menschen, dass Werbung sie nicht beeinflusst. Doch da täuschen sich viele: Verschiedene Experimente zeigen, dass die Verkaufszahlen für beworbene Produkte durchaus in die Höhe gehen, wenn Freiwillige gezielt mit deren Werbung konfrontiert werden. Die häufig geäußerte Vermutung, dass Werbespots, die unter unserer Wahrnehmungsschwelle liegen, sogar noch einen größeren Einfluss haben, stimmt allerdings nicht: Sie haben eine ähnliche Erfolgsquote. Und letztendlich beeinflussen nicht nur Plakate und Co unsere Entscheidungen, sondern auch viele Einflüsse unserer Umwelt.

## Gehirn&amp;Geist:

## Subtile Mächte

## Der Groschen

**Früher war alles besser und der Groschen noch zehn Pfennige wert. Ja, man konnte sich dafür sogar etwas Richtiges kaufen. Süßigkeiten zum Beispiel oder Sammelbilder. Vorausgesetzt, man passte unterwegs gut auf sein kleines Vermögen auf.**

Matheprüfungen können ganz prima sein. Eigentlich mag ich die ja nicht so gerne, aber dieses Mal schon. Nämlich bei uns in der Klasse haben fast alle die Grippe, und deshalb waren wir gestern nur zu fünft: Albert, Gregor, Ronald, Eugen und ich. Unsere Lehrerin hat ganz komisch geguckt, als sie mit den Arbeitsheften reingekommen ist. Dann hat sie geseufzt, mit den Schultern gezuckt und die Hefte ausgeteilt. Es waren lauter schwierige Fragen wie in jeder Matheprüfung, und ich habe vieles nicht gewusst. Aber als wir heute die Arbeiten zurückbekommen haben, war meine die viertbeste. Albert war natürlich Erster. Er hatte alles richtig und war so schnell fertig, dass er der Lehrerin sogar noch ein Gedicht ins Heft geschrieben hat. Der spinnt, der Albert, aber wir dürfen ihn nicht verhauen, weil er eine Zahnspange trägt. In den Arbeiten von Gregor und Ronald hat die Lehrerin viel mit rotem Stift durchgestrichen und an den Rand geschrieben. Ich glaube, manche Lösungen haben nicht gestimmt. Unter meiner Arbeit stand: „Rick sollte sich bei einer Klassenarbeit mehr mit den Aufgaben beschäftigen und weniger Flugzeuge malen.“ Aber meine Note war besser als die von Eugen, nämlich das ist unser Klassenletzter, und er schreibt immer die schlechtesten Arbeiten.

Als ich zu Hause Papa und Mama erzählt habe, dass meine Mathearbeit die viertbeste war, haben sie mich mit großen Augen angeguckt. „Du sollst doch nicht schwindeln“, hat Papa gesagt.

Und Mama hat besorgt den Kopf geschüttelt. Ich, ich habe zurückgeguckt und ein bisschen angefangen zu weinen. Ist doch wahr! Da schreibe ich die viertbeste Arbeit, und dann werde ich dafür auch noch ausgeschimpft. Mama hat mich getröstet und den Kopf gestreichelt und gesagt, dass wir nun mal nicht alle Genies sein können. Papa hat sich das Heft genommen und die Seite mit dem Notenspiegel aufgeschlagen. Dann hat er wieder große Augen gemacht und Mama das Heft gezeigt und gesagt, dass es ja stimmt und er es kaum glauben kann. Ich habe aufgehört zu weinen. Mama hat gelächelt und gesagt, dass so eine Leistung belohnt werden muss. Sie hat ihr Portemonnaie genommen und mir einen glänzenden Groschen geschenkt.

„Kauf dir dafür etwas Schönes“, hat sie gesagt, und Mama und Papa haben ganz stolz gelächelt.

Ich bin gleich raus mit dem Groschen, und das war auch besser so, denn als Papa die Seite mit der Bemerkung von der Lehrerin über die Flugzeuge aufgeschlagen hat, war ich gerade an der Tür. Papa hat gerufen: „Also so etwas...“, aber das konnte ich schon nicht mehr hören.

Im Garten nebenan stand Herr Gosciny. Herr Gosciny ist unser Nachbar, und er und Papa können sich nicht leiden. Als Herr Gosciny Papas Rufen gehört hat, dachte er gleich, dass er etwas Neues hat, um Papa zu ärgern.

Er kam an den Gartenzaun und rief: „He, Rick! Was hat dein Papa denn?“

„Er freut sich, weil ich die viertbeste Mathearbeit geschrieben habe“, habe ich geantwortet.

Und ich habe ihm den Groschen gezeigt. Herr Gosciny hat sich mein Geldstück angesehen.

Dann hat er gesagt: „Weißt du, in dir und deinen Kameraden steckt noch so mancher Groschen.“

Und er hat „Hähähä“ gemacht, weil ich sofort in meinen Hosentaschen nachgesehen habe, ob da wirklich noch ein Geldstück versteckt ist. Aber es war keines da. „Nee, so doch nicht“, hat Herr Gosciny gesagt. „Für mich! Weil ich Geschichten über dich und deine kleinen Kameraden schreibe.“ Und er hat wieder „Hähähä“ gemacht.

„Ach so“, habe ich geantwortet. Und dass es nichts macht, weil ich auch Geschichten über ihn schreibe. Da hat der Herr Gosciny aufgehört „Hähähä“ zu machen und ein erstauntes Gesicht gezogen.

Ich bin weiter mit meinem Groschen und habe ihn beim Gehen hoch in die Luft geworfen und wieder aufgefangen. Ich hatte schon viele prima Ideen, was ich mir von dem Geld kaufen wollte. Zuerst eine Menge Süßigkeiten, Schokolade, Lakritze und Marzipan. Dann einen Haufen Comic-Hefte mit Enten und Mäusen, die auf zwei Beinen gehen, angezogen sind und sprechen können wie Menschen. Und dann den Modellbausatz von dem Flugzeug, das ich im Schaufenster gesehen habe. Vielleicht sogar ein richtiges Flugzeug, aber da muss ich erst Papa fragen, ob ich es in die Garage stellen darf, damit es nicht nass wird beim Regen.

## Gewinnen Sie



**Langenscheidts Lilliput Formeln Mathematik und Physik/Chemie**

Und - wie teuer kommt der Verstoß gegen die Gullyverordnung Herrn Gosciny nun zu stehen? Schreiben Sie uns! Entweder per E-Mail an [knobelei@wissenschaft-online.de](mailto:knobelei@wissenschaft-online.de) oder postalisch an:

Wissenschaft Online GmbH  
Stichwort: Mathematische Knobelei  
Postfach 10 59 80  
D-69049 Heidelberg

Einsendeschluss ist der 25. November 2004.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Unter den Absendern aller fristgerecht eingegangenen richtigen Lösungen lösen wir die Gewinner aus. Diese werden zusammen mit der Lösung veröffentlicht und persönlich benachrichtigt. Mitarbeiter von Wissenschaft Online bzw. Spektrum der Wissenschaft sind von der Teilnahme an dem Gewinnspiel ausgeschlossen.

Wie ich mir überlege, ob neben dem Flugzeug wohl noch Platz für ein Rennauto ist, da fällt mir der Groschen runter, weil ich ein bisschen daneben gegriffen habe. Die Münze kullert ein kleines Stück auf der Straße und verschwindet dann in einem Gully. Ich knie mich gleich hin und schaue in den Gully. Da liegt mein Groschen auf nassem Laub und kleinen Ästen. Ich versuche, ihn mit den Fingern zu erreichen, aber es geht nicht, nämlich der Gully ist zu tief. „Papa!“, rufe ich und laufe zurück ins Haus.

Als ich Papa erzählt habe, dass mein Groschen in den Gully gefallen ist, kratzt Papa sich einen Moment am Kinn.

„Rick“, sagt er, „nun zeige ich dir, dass man mit einem klugen Kopf mehr erreicht im Leben als mit starken Muskeln.“

Papa kramt in seiner Werkzeugkiste und holt einen Magneten und eine Schnur hervor. Den Magneten bindet er an die Schnur, und wir beide gehen durch den Garten zur Straße. Als Herr Gosciny Papa und mich sieht, stellt er sich an seinen Gartenzaun und sieht interessiert zu. Papa lässt den Magneten an der Schnur nach unten auf eine Rille im Gullydeckel zubaumeln. Es macht „klack“, und der Magnet bappt am Gullydeckel fest.

„Das kriegen wir schon hin“, sagt Papa.

Er geht in die Knie, löst den Magneten und schiebt in mit den Fingerspitzen durch die Rillen. Zufrieden stellt er sich wieder auf und lässt den Magneten langsam tiefer herab.

„Na, gibt es bei euch heute zum Abendessen Kanalforelle?“, fragt Herr Gosciny.

„Ich zeige Rick die Vorteile einer physikalischer Bildung“, antwortet Papa.

Ich habe Herrn Gosciny und Papa groß angeschaut, nämlich ich wusste gar nicht, dass es in der Kanalisation Forellen gibt und dass man sie mit Physik fangen kann.

„Mit dem Winzmagneten wird das doch nie was“, sagt Herr Gosciny. „Warte mal.“

Er geht in seinen Gartenschuppen und kommt gleich darauf mit einem viel größeren Magneten an einer dicken Schnur wieder. Ich bekomme schon ein bisschen Angst, nämlich wenn Herr Gosciny mit seinem großen Magneten alle Forellen auf einmal fängt, dann bleiben für uns keine mehr übrig.

„Lass mal jemanden mit mehr Power daran“, sagt Herr Gosciny und schiebt Papa vom Gully weg. Papa, der wickelt seine Schnur auf und sagt nur: „Bitte!“

Herr Gosciny lässt seinen Magneten herab, und mit einem lauten „Tschok!“ klackt der an den Gullydeckel. Papa lacht, als Herr Gosciny zuerst mit einer, dann mit beiden Händen an dem Magneten zieht, um ihn von dem Deckel zu lösen. Erst als beide gemeinsam drücken und zerren, können sie ihn durch die Rille zwingen und frei in den Gullyschacht baumeln lassen. Herr Gosciny wischt sich mit einem Taschentuch den Schweiß von der Stirn. Da macht es tief drunten „Tschok!“, und der Magnet sitzt wieder fest. Papa und Herr Gosciny ziehen mit aller Kraft zusammen an der Schnur, aber nichts rührt sich.

„Den Magneten kannst du abschreiben“, sagt Papa.

„Auf keinen Fall“, sagt Herr Gosciny. Er gibt Papa die Schnur zum Halten und verschwindet wieder im Gartenhaus. Als er zurückkommt, hat er eine lange Eisenstange in der Hand. Er stemmt sie mit dem einen Ende an den Rand des Gullys und drückt mit seinem ganzen Gewicht das andere Ende herunter. Der Gullydeckel fliegt zur Seite, und Herr Gosciny fängt an, mit den Füßen voran in den Schacht zu klettern. Bis über den Kopf ist er verschwunden, was nicht viel ist, nämlich Herr Gosciny ist gar nicht so groß.

„Na also“, ruft er von unten. „Hier ist dein Groschen, Rick.“

Und er reicht mir das Geldstück aus dem Gully. Dann hören Papa und ich nur ein lautes Schnaufen und Ächzen, und wir sehen das wütende Gesicht des Polizisten, der eilig auf uns zukommt.

„Was ist hier los?“, will der Polizist wissen.

Papa erklärt ihm, dass mein Groschen in den Gully gefallen ist und Herr Gosciny nun da unten versucht, seinen Magneten wieder loszumachen. Der Polizist schaut in den Gully und ruft dann: „Hallo! Kommen Sie sofort wieder heraus!“

„Nicht ohne meinen Magneten“, antwortet Herr Gosciny, „den lasse ich auf keinen Fall los.“

„Mit oder ohne Magnet – Sie kommen auf der Stelle hoch! Oder...“

„Oder was?“, fragt Herr Gosciny trotzig.

„Oder es wird eine deftige Strafe fällig.“

„Wie viel?“, will Herr Gosciny wissen.

„Moment.“ Der Polizist zieht ein dickes Buch aus der Tasche und blättert darin.

„Nach Paragraph 42 der Gullyverordnung berechnet sich die Höhe der Strafe aus der Anzahl aller Gullydeckel in der Stadt. Hmmm, das sind insgesamt 2004. Dann ist noch die Anzahl der Rillen wichtig. Aha, vier Stück. Und der Abstand vom gegenüberliegenden Bürgersteig: eins, zwei, drei Meter. Ist der Schacht etwa fünf Meter tief? Offenbar nicht. Dann brauchen Sie nur auszurechnen, wie viele ganze Zahlen bis einschließlich 2004 durch 3 oder 4, aber nicht durch 5 teilbar sind. Schon haben Sie die Höhe der Strafe in Mark.“

Herr Gosciny ist einen Moment still.

„Dann bleibe ich lieber hier unten, bis sie weg sind“, sagt er schließlich.

„Oh, ich habe Zeit, ich kann warten“, antwortet der Polizist.

Papa und ich sind in der Zwischenzeit ins Haus gegangen und haben uns saubere

Hosen angezogen. Danach bin ich zum Kaufladen und habe mir von meinen Groschen ein Eis gekauft. Als ich zurückgekommen bin, hat Herr Gosciny immer noch im Gully gesessen und der Polizist oben auf ihn gewartet. Mama hat den beiden ein bisschen später Kaffee und Kekse rausgebracht. Ich habe mich ans Fenster gesetzt und zugeschaut, wie Herr Gosciny und der Polizist Karten gespielt haben, der Polizist hockte auf dem Asphalt, und die Nase von Herrn Gosciny lugte manchmal knapp aus dem Gully hervor. Als es dunkel wurde, hat Mama mich zum Abendessen an den Tisch gerufen. Kaum haben wir gesessen, da hörte man einen Donner, und es fing heftig an zu regnen. Ich habe Papa gefragt, ob die Strafe für Herrn Gosciny sehr hoch sei, und Papa hat gesagt, er weiß es nicht. Mama hat gemeint, das sei ein richtiger Wolkenbruch, und Herr Gosciny holt sich bestimmt eine Lungenentzündung, wenn das Wasser in den Gully fließt.

Nach dem Essen sind Papa, Mama und ich alle ans Fenster, und wir haben gesehen, wie ein Kran an dem Gully stand. Das Kabel von dem Kran war ganz straff gespannt, und unten dran hing der Herr Gosciny. Er war klatschnass und wurde langsam aus dem Gully gezogen. In seiner linken Hand schwenkte er triumphierend seinen Magneten. Aber komisch – obwohl er so lange im Gully war, hatte er keine einzige Forelle gefangen.

Wie hoch war wohl das Bußgeld für Herrn Gosciny?

---

Das mathematische Problem stammt von Univ.-Prof. Dr. Gerd Baron und Dr. Richard F. Mischak. Weitere Aufgaben finden Sie auf den Seiten des Wettbewerbs [Jagd auf Zahlen und Figuren](#). Die erzählerische "Verpackung" gestaltete [Dr. Olaf Fritsche](#).