

Kinder erkennen früh Wahrheit und Fantasie

Austin – Manchmal geraten Pädagogen in Streit darüber, ob bestimmte TV-Sendungen oder Bücher, in denen viele Fantasy-Elemente vorkommen, gut für Kinder sind. Einige meinen: Sie könnten glauben, was sie sehen oder lesen. Tatsächlich aber können Kinder schon früh zwischen Fantasie und Realität unterscheiden, berichten jetzt US-Forscherinnen im Fachblatt „Child Development“. Sie nutzen dazu Kontextwissen, also bereits Gelerntes. Über 400 Kindern im Alter zwischen drei und sechs Jahren präsentierte Jacqueline Woolley von der



Kinder lieben Geschichten. Aber Unwahres erkennen sie schon früh

University of Texas und Jennifer Van Reet von der University of Virginia Sätze, die im wissenschaftlichen oder im märchenhaften Gewand Neuigkeiten präsentierten. Dabei mussten auch die wissenschaftlich vorgetragenen nicht wahr sein. Die Forscherinnen interessierte, ob die Kinder den Kontext der Informationen einbezogen, um eine Information als wahr oder falsch einzustufen. Die Sätze waren von der Art wie: „Feen machen aus Würzlibürz Feenstaub“ oder: „Apotheker machen aus Aquavum Arznei“. Es zeigte sich, dass die Kinder die Sätze, in denen Feen oder Zwerge etwas taten, häufiger als falsch einstufen als Sätze, in denen Ärzte oder Apotheker agierten. Ab dem vierten Lebensjahr zogen die Kinder für ihre Wahr- oder-falsch-Entscheidung immer den Kontext heran. Es sei deutlich geworden, dass Kinder schon früh das Wissen entwickelt haben, um den Realitätsgehalt einer Sache zu erkennen. *wsa*

GESUNDHEIT

Die zehn gesündesten Lebensmittel

Sie sind die Knaller, was Vitamine, Antioxidanzien und andere lebensverlängernde Stoffe betrifft. Vitamin C-reicher Sanddorn, Fisch mit wertvollen Omega-2-Fettsäuren und Co. – die Top Ten auf **SEITE W2**

FORSCHUNG IN EUROPA

Energieschub für die Energiefrage

Janez Potocnik, EU-Forschungskommissar aus Slowenien, will in den kommenden Jahren Energieprojekte verstärken sowie nationale und EU-Forschung mehr miteinander verzahnen. Ein Besuch bei ihm. **SEITE W3**

PARTNERSCHAFT

Erotik braucht Distanz

Die Liebe braucht Verlässlichkeit und Vertrautheit. Doch für erotische Spannung und guten Sex braucht es etwas Distanz und Fremdheit und eine gehörige Portion Unberechenbarkeit. **SEITE W4**

WISSENSCHAFT FÜR KINDER

Wasser hat eine Haut

Warum sind Wassertropfen rund und nicht fünfeckig oder würfelförmig? Weil sich die Wasserpunkte ähnlich wie Magnete anziehen und kugelig zusammenziehen. Ein Versuch dazu auf **SEITE W4**

BUCH DER WOCHE

Braintertainment

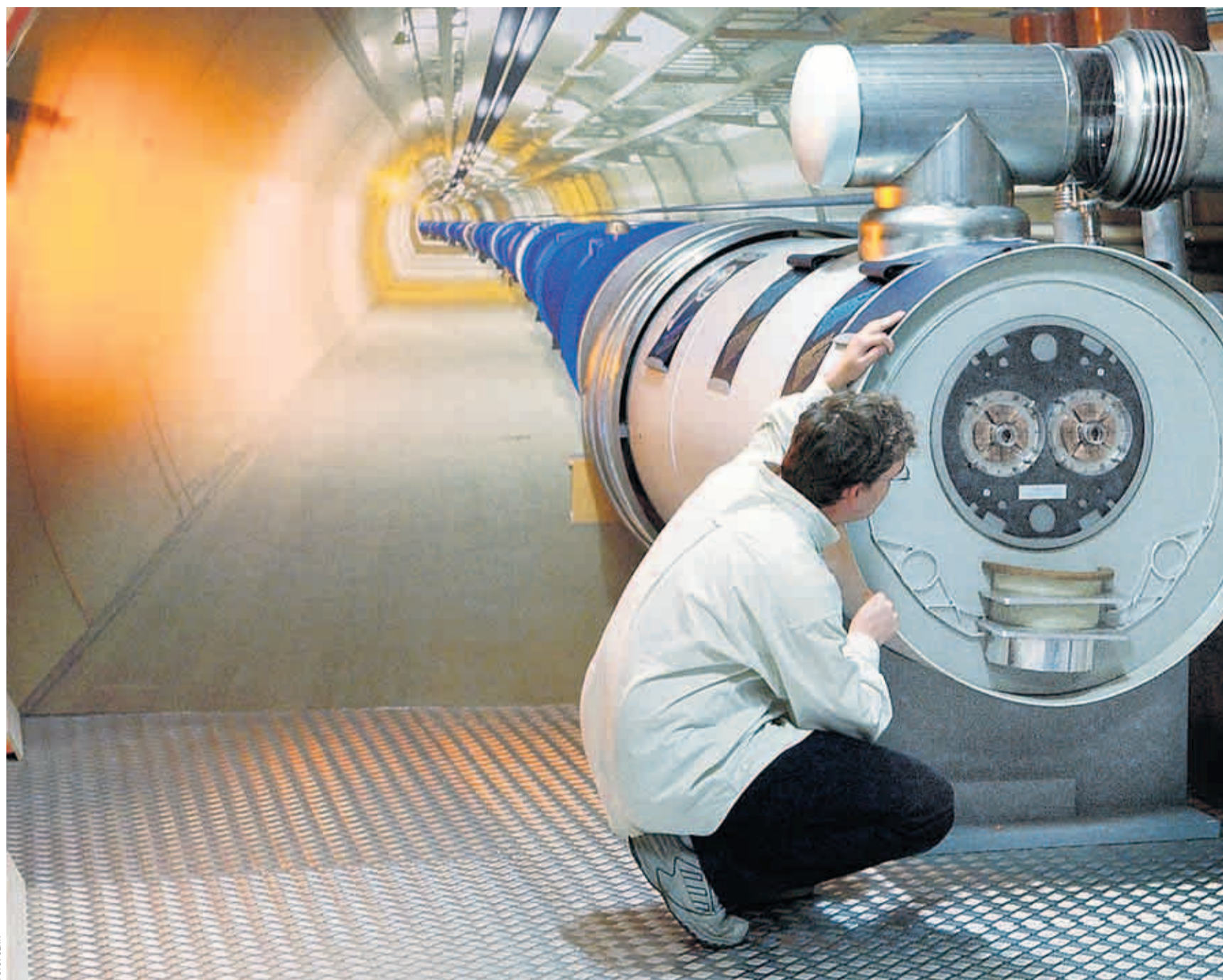
„Hirnforschung ist viel zu spannend, um sie den Neurobiologen zu überlassen“ und „Ein vergnügtes Hirn lernt besser als ein angestregtes“: Diese beiden Leitsprüche sind diesem Buch im Vorwort vorangestellt. Und auch der Titel macht schon klar: Hier geht es neben Fachspezifischem und schwer Verdaulichem („prämotorischer Kortex“, „adrenokortikotropes Hormon“) um ganz lebensnahe Zustände und Gefühle: um Liebe und Glück, Euphorie und Angst, Geruchslandschaften und Körpersprache – um das pralle Leben eben. Eine der spannendsten Fragen ist beispielsweise jene nach dem Sitz der Seele im Gehirn. Wer rein aus der Sicht der Theologie oder Philosophie argumentiert, der wird diese Fragestellung für irrelevant oder absurd halten, weil die Seele doch etwas Ätherisches und Unfassbares sei. Doch gibt es durchaus Hinweise, die (sehr ansatzweise) eine naturwissenschaftliche Antwort wagen. Beispielsweise leiden Menschen, die unter schwersten seelischen Belastungen zu leiden hatten – Katastrophenopfer, in der Kindheit sexuell missbrauchte Menschen oder gefechtsferne Soldaten – unter posttraumatischen Belastungsstörungen (PTSB). Sie wenden sich von Menschen ab, werden depressiv oder aggressiv. Interessanterweise ist das organisch fassbar, wie der Philosoph und Hirnforscher Gerhard Roth, einer der Autoren, ausführt: Ein Hirnareal, der rechte Hippocampus, ist verkleinert. Eine andere Region, die Amygdala, ist überaktiv. Liegt die Seele also im Hippocampus und in der Amygdala? So verkürzt lässt sich das sicher nicht sagen. Doch es macht klar: Gehirn und Seele sind nicht voneinander losgelöst zu betrachten, beide sind verknüpft und wirken wechselseitig aufeinander. Solche Ergebnisse der Forschung sind spannend. Und dafür, dass die Entertainment-Komponente nicht zu kurz kommt, sorgen mit ihren Beiträgen der Kabarettist Eckart von Hirschhausen und die kürzlich verstorbene Karikaturisten, Zeichner und Schriftsteller Robert Gernhardt und Friedrich-Karl Wächter. *wom*



Manfred Spitzer, Wulf Bertram (Hrsg.), Schattauer, Stuttgart, 232 Seiten, 29,95 Euro

Das Ressort Wissenschaft erreichen Sie unter:

Telefon: 030 25 91 - 7 19 68
 Fax: 030 25 91 - 7 19 67
 E-Mail: wissenschaft@welt.de
 Internet: www.welt.de/wissenschaft



27 Kilometer lang ist die Röhre, in der Protonen fast auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt werden. Bei ihrer Kollision entstehen Bedingungen wie Sekundenbruchteile nach dem Urknall

Phönix-Teilchen aus dem Feuerball

Die Suche nach unbekanntem Teilchen in Beschleunigern beruht auf Einsteins berühmter Formel $E = mc^2$. Sie besagt, dass sich Energie E und Masse m ineinander umformen lassen. Im LHC werden Protonen nahezu auf Lichtgeschwindigkeit beschleunigt. Prallen zwei von ihnen aufeinander, so wird ihre gesamte Masse und ihre enorme Bewegungsenergie in einem winzigen „Feuerball“ konzentriert. In diesem Energiefeld entstehen dann spontan neue, exotische Elementarteilchen. Je höher die Energie, desto schwerer können diese neu sich bildenden Teilchen sein. Auf diese Weise können die Physiker mit immer stärkeren Beschleunigern in immer höhere Massenbereiche vordringen. *T.B.*

Heiliger Gral der Physik

Mit der größten Schleuder für Elementarteilchen wollen Physiker klären, warum es überhaupt Materie gibt

VON THOMAS BÜHRKE

In Thomas Lehrs Roman „42“ kommt es – ausgehend vom Kernforschungszentrum Cern bei Genf – zu einer „Zeitkatastrophe“: Europa fällt in einen Dornröschenschlaf. Wenn man sich in diesen Tagen einem der Detektoren des neuen, gigantischen Teilchenbeschleunigers LHC nähert, könnte man meinen, Lehr habe recht: Die Armbanduhr bleibt stehen. Doch keine Magie steckt dahinter, sondern ein gewaltiges Magnetfeld, das den Detektor umgibt. Es dient dazu, Teilchen auf Bahnen zu zwingen und in einem Feuerball explodieren zu lassen. Wie Phönix aus der Asche entstehen neue Teilchen, darunter – so die Hoffnung – das Higgs-Teilchen. Es ist so etwas wie der Heilige Gral der Physik, der verraten soll, warum es überhaupt feste Materie im Universum gibt.

Der LHC (Large Hadron Collider) wird alles übertreffen, was die Teilchenphysik bis dahin gesehen hat. Untergebracht ist er in einem kreisförmigen 27 Kilometer langen Tunnel 100 Meter unter schweizerischem und französischem Boden. In dem Ringbeschleuniger werden Strahlen von Protonen (Wasserstoffkernen) gegenseitig umlaufen, an vier Stellen kann man sie zur Kollision bringen.

Beschleunigt werden die Teilchen in den elektrischen Feldern von Hochfrequenzgeneratoren, rund 1700 Magnete zwingen die Teilchen auf eine Kreisbahn. Die hierfür nötige Kraft ist enorm. Obwohl alle Teilchen zusammen nicht einmal so viel wie ein Staubkorn wiegen, besitzt der Strahl wegen

seiner irrwitzigen Geschwindigkeit etwa die Energie eines 40-Tonner-Lkws von 150 Kilometern pro Stunde. Deshalb besteht die Sorge, dass der Protonenstrahl von der Kreisbahn abkommt und in einen der Detektoren rauschen könnte – das Bauteil wäre zerstört. Um dies zu vermeiden, gibt es einen „Kicker magneten“, der bei einer Störung den Strahl in Sekundenbruchteilen aus dem Ring hinaus in einen herausgroßen Klotz aus Metallen und Grafit leitet. Er soll die Energie aufnehmen.

Selbst die stärksten normalen Elektromagnete wären nicht in der Lage, den ultraschnellen Protonenstrahl stark genug zu krümmen. Mit ihnen müsste der Ring einen Umfang von 120 Kilometern haben. Daher haben die Physiker supraleitende Kabel verwendet, die den Strom bei tiefen Temperaturen ohne Widerstand leiten und viel stärkere Magnetfelder erzeugen können als normale Kupferkabel. Diesen Vorteil erkaufen sich die Physiker jedoch durch die größte Kühlanlage der Welt, in der alle Teile des Beschleunigers mit flüssigem Helium bis auf knapp zwei Grad über dem absoluten Nullpunkt gekühlt werden. Allein die hierfür benötigten 100 Tonnen Helium kosten – mit Mengenrabatt – vier Millionen Euro.

600 Millionen Crashes pro Sekunde

Wenn der LHC ab 2008 mit voller Leistung läuft, kreisen in ihm 3000 Protonenpakete mit jeweils etwa 100 Milliarden Teilchen. An vier Stellen kreuzen sich die Bahnen. Hier stehen die Detektoren, in denen pro Sekunde etwa 600 Millionen Protonen-Crashes stattfinden werden. Diese enorm hohe Crash-Rate produziert gigantische Mengen an Daten. So müssen die Spuren aller Trümmerteilchen, deren Energie, Impuls und elektrische Ladung analysiert werden. Technisch unmöglich wäre es, alle diese Daten zu speichern. Deshalb werfen die Forscher rigoros das meiste sofort weg. Computer entscheiden automatisiert, welche Kollisionen interessant sind und welche nicht. Voraussichtlich wird nur eines von zehn Millionen Ereignissen aufgezeichnet. Dennoch ist die Datenrate extrem hoch.

Damit die Wissenschaftler in diesem Daten-Tsunami die physikalisch interessanten Informationen finden, haben sie das „Grid“ entwickelt – ein Nachfolgesystem des Internets, in dem die Daten mit hohen Raten ausgetauscht

werden. Derzeit gehören weltweit 90 000 PC dem Grid an, allein 10 000 stehen beim Cern. Dieser globale, virtuelle Computer wird bereits für unterschiedliche Forschungsaufgaben genutzt.

Schwarze Löcher unter Genf

Die Herzstücke des LHC sind vier Detektoren namens „Atlas“, „Alice“, „CMS“ und „LHCb“. Jeder so groß wie ein fünfstöckiges Haus, voll gestopft mit Nachweisgeräten, Elektronik – und Metall. „Unser Detektor Alice enthält etwa so viel Eisen wie der Eiffelturm“, sagt Johanna Stachel von der Universität Heidelberg. Sie leitet den Bau eines Strahlungsdetektors in Alice, mit dem sich die Bahn von Elektronen exakt vermessen lässt. Rund 2000 Mannjahre und knapp 60 Millionen Euro sind allein auf deutscher Seite in die Entwicklung der Detektoren geflossen.

Und wozu das alles? Mit dem LHC wollen die Physiker grundlegende, unverständliche Naturphänomene klären. Ganz oben auf der Liste steht die Frage nach der Masse der Teilchen. Es gibt Elementarteilchen ohne Masse, wie das Licht (Photon). Andere, wie Quarks oder Elektronen, besitzen hingegen eine Masse. Wie dieser Unterschied zustande kommen könnte, hat vor über 40 Jahren der britische Theoretiker Peter Higgs versucht zu erklären. Seit Einstein ist bekannt, dass sich alle masselosen Teilchen mit Lichtgeschwindigkeit bewegen. Alle masselasteten Teilchen hingegen können die Lichtgeschwindigkeit nie erreichen. Higgs meinte, dass das Universum von einem Feld durchzogen ist. Es hat die Eigenschaft, dass es auf einige Teilchen wie eine honigartige Substanz wirkt und sie abbremst. Dadurch erhalten sie Masse. Andere Teilchen, wie die masselosen Photonen, bleiben von dem Feld unbeeindruckt.

Das Feld selbst lässt sich nicht nachweisen. Man kann es aber in starken Teilchenkollisionen so zum Schwingen anregen, dass es selbst ein Teilchen erzeugt. Der Nachweis eines solchen Higgs-Teilchens wäre der Beweis für diese Theorie.

Da der LHC in einen ganz neuen Energiebereich vorstößt, hoffen Physiker auch auf die Entdeckung anderer Teilchen, deren Existenz noch sehr spekulativ ist. Dazu gehören Teilchen, welche die Theorie der sogenannten Supersymmetrie vorhersagt. Sollte es sie geben, so wäre dies der Beginn einer

Der „Large Hadron Collider“ in Zahlen

Umfang des Beschleunigers:	26,659 Kilometer
Dauer eines Umlaufs der Protonen:	0,0001 Sekunden
Bewegungsenergie der beschleunigten Protonen:	7000 Milliarden Elektronenvolt (eV)
Zum Vergleich: Bewegungsenergie eines Moleküls Sauerstoff in der Atmosphäre bei Normaltemperatur beträgt etwa 0,03 eV	
Inbetriebnahme (erster Strahl):	Herbst 2007
Geplante Laufzeit:	20 Jahre
Leistungsaufnahme:	120 Megawatt (entspricht etwa derjenigen der Stadt Genf mit 185 000 Einwohnern)
Kosten des Beschleunigers:	3 Milliarden Euro
Kosten der vier Detektoren:	800 Millionen Euro

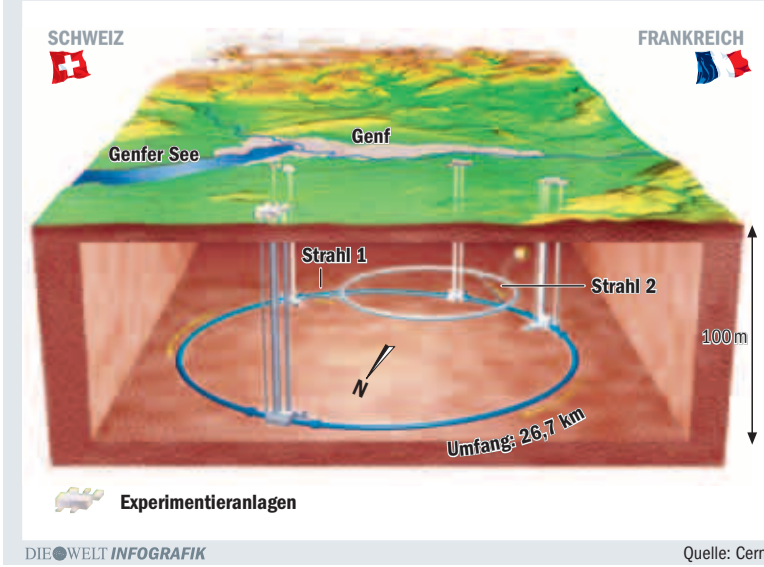
DIE WELT INFOGRAFIK

Quelle: Cern

Frisst der LHC die Welt?

Als in den USA vor einigen Jahren große Beschleuniger anfließen, tauchte plötzlich die Idee auf, dass bei den hochenergetischen Kollisionen auch winzige Schwarze Löcher entstehen könnten. Es gab sogar die Befürchtung, dass sich ein solches Schwarzes Loch selbstständig und alles um sich herum aufsaugen könnte. Theoretiker gingen dieser berechtigten Frage nach. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die Produktion solcher Gebilde nicht ausgeschlossen werden kann. Nach derzeitigem Wissen zerfallen sie aber im Bruchteil einer Sekunde und senden dabei sogenannte Hawking-Strahlung aus. Die wäre so charakteristisch, dass sie mit den LHC-Detektoren problemlos entdeckt würde. Zu alles verschlingenden Monstern können die Schwarzen Löcher aber nicht werden. Seit Jahrmilliarden prasseln nämlich sehr energiereiche Teilchen der kosmischen Strahlung in die Atmosphäre hinein und stoßen dort – wie im LHC – mit Atomkernen zusammen. Würden dabei gefräßige Schwarze Löcher entstehen, gäbe es die Erde schon lange nicht mehr. *T.B.*

Partikelbeschleuniger im Untergrund



DIE WELT INFOGRAFIK

Quelle: Cern