

QUANTENSPRUNG

Die Gene und die Monogamie

Groß stand es in den Zeitungen: Bindungs-Gen oder auch Monogamie-Gen gefunden! Die genetische Basis für Treue oder Ehekrise wird durch ein einziges Gen bestimmt? Wohl kaum oder zumindest nur zum kleinen Teil.

Es geht um die Studie eines Forscherteams, das herausfand, dass Männer mit zwei identischen Kopien einer bestimmten Genvariante häufiger Eheprobleme haben. Dies wurde in der angesehenen Zeitschrift der US-amerikanischen Akademie der Wissenschaften veröffentlicht. Das Ergebnis ist statistisch sicher gut abgesichert. Dabei liegt der entscheidende Unterschied technisch gesprochen nicht wirklich innerhalb des fraglichen Gens, sondern in einem sogenannten Mikrosatelliten in seiner unmittelbaren Nähe. Mikrosatelliten sind kurze, sich wiederholende Abschnitte der DNA.

An dieser Stelle muss einmal offen gesagt werden, dass längst nicht mehr so ganz klar ist, was ein Gen überhaupt ist. Das „Gen“ ist eigentlich eher ein Konzept, dessen genaue Definition sich seit der Erfindung des Wortes durch den Dä-

AXEL MEYER

Professor für Evolutionsbiologie, Konstanz



nen Wilhelm Johannsen vor fast genau 100 Jahren ständig verändert. Heute gibt es ernst zu nehmende Wissenschaftler, die das Gen schon für tot erklärt haben, denn viele Gene weichen von dem prototypischen Muster merklich ab.

Und auch das Konzept „Ein Gen, eine Krankheit“ trifft mittlerweile immer seltener zu. Je mehr wir über die Genetik herausfinden, desto öfter lernen wir, dass die meisten Merkmale, auch Krankheiten, durch mehr als ein Gen beeinflusst werden. Auch die Autoren der Monogamie-Studie betonen, dass das untersuchte Gen – selbstverständlich – nur einen kleinen, aber statistisch signifikanten Teil der Variation im Partnerglück erklärt.

Ein besonders interessanter Aspekt der Studie wurde allerdings kaum angesprochen: Das Gen scheint keinen messbaren Einfluss auf die Treue von Frauen zu haben! [wissenschaft@handelsblatt.com](mailto:wissenschaft@handelsblatt.com)

# Teilchencrash im Mikrokosmos

Nach 14 Jahren Bauzeit nehmen Forscher den Large Hadron Collider in Betrieb. Er könnte die Physik revolutionieren.

R. WENGENMAYR | DÜSSELDORF

Am 10. September läuft in Genf die komplexeste Maschine der Menschheit an. Im Ring des weltgrößten Teilchenbeschleunigers in Genf soll erstmals ein Paket aus Protonen – Kerne von Wasserstoffatomen – eine Runde Karussell fahren.

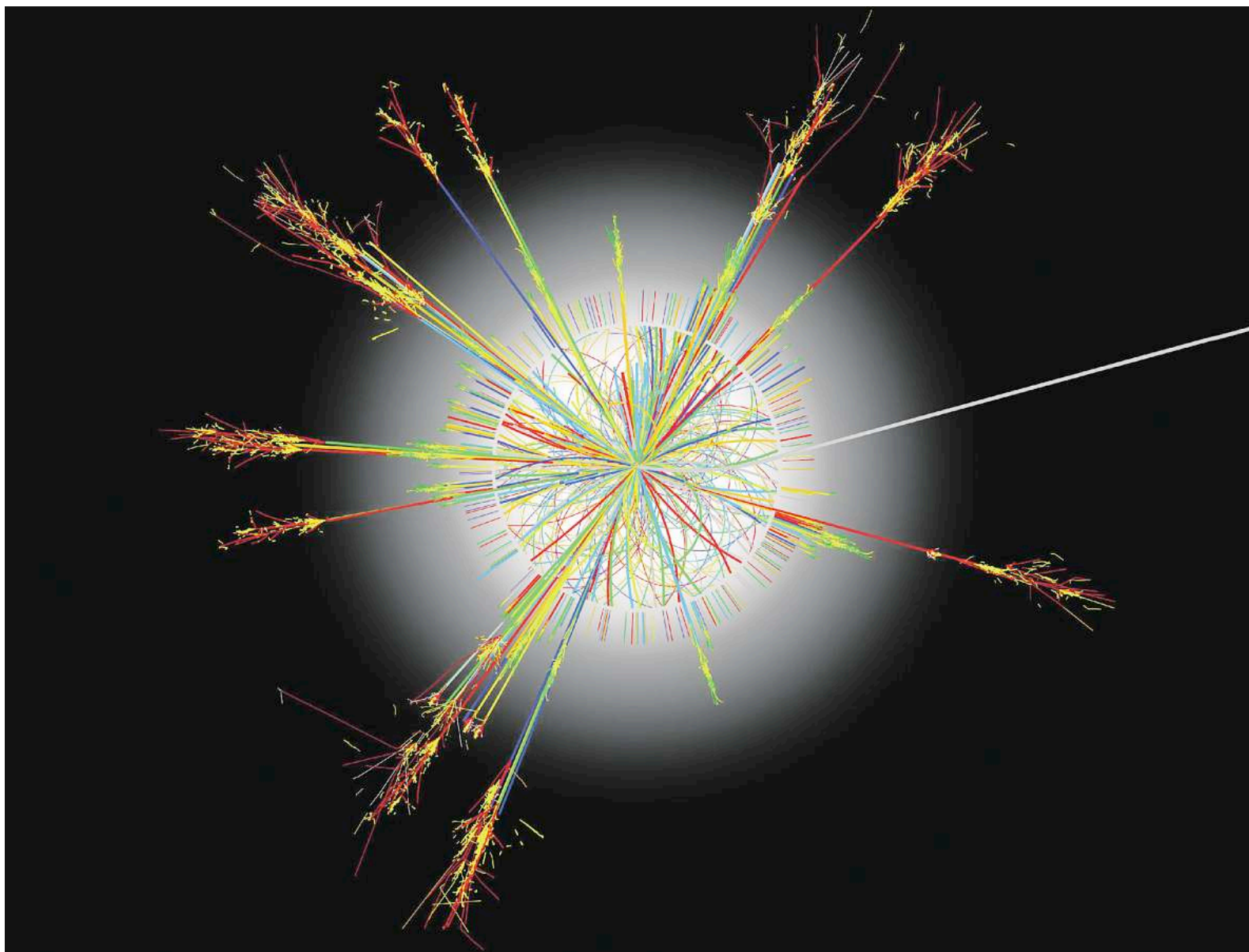
26,7 Kilometer sind die beiden Vakuumröhren des Large Hadron Collider (LHC) lang, bei nur fünf Zentimeter Durchmesser. Eine perfekte Choreaografie aus über 9000 starken Magneten, Sensoren und anderen Komponenten hält die Teilchen in der Kurve. Wahlweise sind das leichte Protonen oder sehr schwere Kerne von Bleiatomen.

„Richtig spannend wird es am 21. Oktober“, erklärt Rolf-Dieter Heuer, ab Januar 2009 neuer Generaldirektor des Genfer Teilchenphysiklabors CERN. Dann sollen die beiden Beschleuniger das erste Mal Protonenpakete gegenläufig beschleunigen und heftig aufeinandertreffen lassen. In diesem Moment stoßen die Teilchenphysiker in einen unbekanntem Mikrokosmos vor, über den es nur theoretische Vorhersagen gibt.

Sie erhoffen sich einen tiefen Einblick in die Natur der grundlegenden Kräfte und elementaren Materiebausteine. Und sie wollen besser verstehen, wie diese nach dem Urknall entstanden. Allerdings werden sich die Forscher noch ein paar Jahre gedulden müssen, bis sie mehr wissen: Die Auswertung der enorm vielen Kollisionsspuren im LHC wird alle bisherigen Maßstäbe der Informationstechnik sprengen.

Eines ist schon jetzt sicher: Der bis dato stärkste künstliche Teilchencrash auf der Erde wird weder die Zeit einfrieren noch ein erdverschlingendes schwarzes Loch gebären, wie manche befürchten. Warum diese Weltuntergangsszenarien ausgeschlossen sind, erklärt Thomas Müller, der am Bau eines der riesigen Teilchendetektoren des LHC beteiligt war: Seit der Entstehung unseres Sonnensystems seien hier schon kosmische Teilchen mit weitaus höherer Energie als im LHC zusammengestoßen, beruhigt der Physikprofessor von der Universität Karlsruhe. „Und weder die Erde noch die Sonne sind bislang von irgendeinem schwarzen Loch verschluckt worden.“

Tatsächlich könnte der LHC ab und zu ein „schwarzes Miniloch“ produzieren. „Dieser reißerische Name ist aber irreführend“, so Müller. „Für ein echtes, stabiles schwarzes Loch wäre es viel zu klein.“ Es würde sofort wieder zerfallen.



Diese Illustration veranschaulicht die Kollision von Protonen und das Entstehen neuer Teilchen, wie es im Teilchenbeschleuniger LHC demnächst stattfinden soll.

Aus technischer Sicht ist der LHC ein Forschungsgerät der Superlative. Weil über 2000 der starken Magnete supraleitend sein müssen, werden insgesamt 31 000 Tonnen Material auf Betriebstemperaturen unter 4,5 Kelvin – also minus 268,7 Grad Celsius – abgekühlt. Dafür benötigen die Forscher 700 000 Liter flüssiges Helium und 14 Millionen Liter Flüssigstickstoff.

Den Protonen kann der LHC eine siebenfach höhere Bewegungsenergie verpassen als die bislang stärksten Beschleuniger, Bleikernen sogar die dreißigfache Ener-

gie. Noch wichtiger ist seine enorme Luminosität, sozusagen seine „Leuchtkraft“: Hundert Milliarden Teilchen werden in jedem der 2808 umlaufenden Protonenpakete stecken, was pro Paketcrash eine riesige Zahl von Kollisionen ermöglicht. Nur so ist sichergestellt, dass die

gesuchten, aber extrem seltenen Ereignisse innerhalb der nächsten Jahre überhaupt stattfinden. Passieren sie nicht, dann existieren sie mit großer Wahrscheinlichkeit auch nicht, und die Theoretiker müssen umdenken.

Zu den großen Aufgaben des LHC gehört die Suche nach dem Higgs-Teilchen. Es ist ein wichtiger, noch fehlender Baustein des sogenannten Standardmodells der Teilchenphysik. Dieses Modell beschreibt die bekannten Elementarteilchen und drei der vier bekannten Grundkräfte der Physik. Doch erst der vom britischen

Theoretiker Peter Higgs erdachte Mechanismus erklärt, wie die Teilchen zu ihrer Masse kommen.

Wie das funktioniert, erklärt Rolf-Dieter Heuer: „Stellen Sie sich viele Journalisten auf einer Presseparty vor, die entspannt herumstehen.“ Die Reporter spielen die Rolle eines Higgs-Feldes. „Nun durchquert ein Unbekannter den Saal und löst natürlich keine Reaktion aus. Aber dann tritt ein Prominenter ein“, sagt Heuer. „Der ist sofort von Journalisten umringt.“ Mit jeder Bewegung zieht der VIP einen neuen Haufen in Pressecorps an und

kommt entsprechend langsam voran. „Dem Grad der Prominenz entspricht die Wirkung der Masse beim Higgs-Modell“, erklärt der Physiker. Auch das Higgs-Teilchen kann Heuer so veranschaulichen: „Dazu flüstere ich nun ein paar Journalisten ein heißes Gerücht zu, das dann seinen Weg unter ähnlichen Traubenbildungen durch die Party fortsetzt.“

Selbst mit Higgs-Teilchen wäre das Standardmodell allerdings unvollständig. Es kann weder die Gravitationskraft erklären noch das Wesen der dunklen Materie und dunklen

Energie. Diese machen aber nach Beobachtungen der Astronomen 96 Prozent unseres Kosmos aus.

Diese klaffende Lücke im Gebäude der Physik könnte der LHC vielleicht um den Teil schließen, der die dunkle Materie betrifft. Dazu müsste er auf die „Supersymmetrie“ stoßen, die 1973 die Theoretiker Julius Wess und Bruno Zumino an der Universität Karlsruhe erdachten. Existiert diese Symmetrie im Spiegelkabinett der Natur, dann würde sie die Ursehnsucht der Physik nach Einfachheit erfüllen: Unter den enormen Energien kurz nach dem Urknall würden sich zumindest drei der vier Kräfte zu einer einzigen Kraft vereinigen.

Der LHC könnte in diese heiße Welt ein Stück weit hineinschnuppeln und eine Sorte supersymmetrischer Teilchen entdecken. Diese noch hypothetischen Susy-Teilchen wären heiße Kandidaten für die dunkle Materie.

Sind solche Entdeckungen die über sechs Milliarden Euro wert, die der Bau des LHC inklusive Personalaufwand kostet? „Grundlagenforschung ist ein Kulturgut der Menschheit“, hält Heuer Kritikern entgegen. Zudem erfordert die extreme Technik viel Fantasie und Kreativität. So entstehen neue Anwendungen in vielen Gebieten von der Informatik über Werkstoffe bis hin zur Medizin. Welches Potenzial darin steckt, beweist die Erfindung des World Wide Web am CERN, das unsere Kultur radikal veränderte. „Besonders wichtig ist mir die Ausbildung vieler junger Wissenschaftler, die schwierige Probleme lösen können“, sagt Thomas Müller: „Die werden uns von der Wirtschaft regelrecht aus den Instituten herausgerissen!“

UNSERE THEMEN

MO ÖKONOMIE
DI ESSAY
MI GEISTESWISSENSCHAFTEN
<b>DO NATURWISSENSCHAFTEN</b>
FR LITERATUR

FÜNF FRAGEN AN: ROLF-DIETER HEUER

„Vorstoß in eine neue Dimension der Erkenntnis“

Im Oktober nimmt der Teilchenbeschleuniger LHC am Forschungszentrum CERN seine Arbeit auf. Wird die Physik am Ende Ihrer Amtszeit eine andere sein?

Eine völlig andere sicher nicht. Ich denke aber, dass sich unser Blick dann deutlich erweitert haben wird. Die Physik wird wohl in eine neue Erkenntnisdimension vorgestoßen sein. Man kann es vielleicht mit dem Anfang des 20. Jahrhunderts vergleichen, als in der Physik alles weitgehend geklärt zu sein schien. Und dann setzte eine regelrechte Physik-Revolution ein: Einstein entwickelte die Relativitätstheorie, Planck begründete die Quantenphysik. Vielleicht stehen wir heute vor einer ähnlichen Revolution: Wir verstehen die Vorgänge im sichtbaren Universum sehr gut – aber sichtbar sind ja gerade einmal etwa fünf Prozent dieses Universums. Den Rest bilden zwei Phänomene, über die wir bislang so gut wie nichts wissen: die dunkle Materie und die dunkle Energie.

Wie kann ein Teilchenbeschleuniger dieses dunkle Universum erforschen?

Dunkle Materie verhält sich im Prinzip so wie sichtbare Materie. Sie verhält sich aber nur indirekt durch den Einfluss ihrer Gravitation auf die sichtbare Materie. Unsere Vermutung ist, dass dunkle Materie aus Teilchen besteht, die nur eine ganz schwache Wechselwirkung mit anderen Teilchen haben – deshalb haben wir sie noch nicht entdeckt. Der LHC könnte diese Teilchen erzeugen, so dass wir sie nachweisen und untersuchen können. Über die dunkle Energie wissen

wir praktisch nichts. Wir können nur beobachten, dass irgendetwas das Universum auseinandertreibt – wir nennen es dunkle Energie. Jetzt wird es theoretisch: Das Universum dehnt sich in alle Richtungen aus. Das heißt, die dunkle Energie, die es auseinandertreibt, wirkt richtungsunabhängig. Wir nennen so etwas einen Skalar: eine richtungsunabhängige physikalische Größe. Und einen fundamentalen Skalar, der die dunkle Energie erklärbar machen könnte, haben wir bislang noch nicht nachgewiesen.

Und der LHC könnte einen solchen Nachweis erbringen?

Einen Nachweis für die dunkle Energie wohl nicht. Aber ein Ziel, das wir mit dem Bau des LHC erreichen wol-

ROLF-DIETER HEUER

leitet ab Januar 2009 das Forschungszentrum CERN in Genf.



len, ist der Nachweis des Higgs-Teilchens – ein Elementarteilchen, das bislang nur theoretisch vorhergesagt wurde, dessen Existenz aber bestimmte offene Fragen im Standardmodell der Teilchenphysik beantworten würde. Dieses Higgs-Teilchen, wenn es denn existiert, wäre auch ein Skalar. Um keine Missverständnisse aufkommen zu lassen: Ich sage nicht, dass das Higgs-Teilchen etwas mit der dunklen Energie zu tun hat. Aber das Higgs-Teilchen wäre der erste fundamentale Skalar, den wir untersuchen könnten. Und vielleicht gäbe uns das auch erste Hinweise auf die dunkle Energie. Aber das ist sehr spekulativ. Ich beschränke mich lieber auf die dunkle Materie, die immerhin rund 25 Prozent des Universums ausmacht. Wenn Sie bedenken, dass wir rund 40 Jahre gebraucht haben, um die fünf Prozent des sichtbaren Universums ei-

nigermaßen zu verstehen, wäre ich sehr glücklich, wenn uns der LHC in den nächsten Jahren die Daten liefern würde, um diese 25 Prozent zu verstehen.

Das Higgs-Teilchen, auch Teilchen Gottes genannt, wäre der Baustein, um das Standardmodell der Physik passend zu machen?

Nicht passend, sondern gültig. Wenn der LHC das Higgs-Teilchen nicht entdecken würde, müsste man das Standardmodell überarbeiten. Dann müssten sich die theoretischen Physiker neu am Kopf kratzen und überlegen, wie sie es sonst machen können.

Ein häufiger Vorwurf ist, dass Physiker zwar immer größere Beschleuniger bauen, die Fragen, die sie mit ihnen klären wollen, aber größtenteils offenbleiben.

Wir bauen nicht immer größere Beschleuniger, sondern immer bessere. Stellen Sie sich vor, Sie stehen vor einem Latzenzaun, wissen aber nicht, was das für ein Objekt ist. Wenn Sie einen Medizinball auf den Zaun werfen, kommt er immer wieder zurück. Sie denken, Sie stehen vor einer Mauer, dabei war lediglich der Medizinball zu groß, um zwischen den Latzen hindurchzugehen. Mit Tischtennisbällen können Sie, wenn Sie häufig genug werfen und das Ergebnis aufzeichnen, die Konturen des Zauns herausbekommen. Und wenn Sie mit Stecknadelköpfen werfen, finden Sie sogar die Astlöcher in den Latzen. Das zeigt: Sie müssen kleiner sein mit Ihrer Untersuchungssonde – und Sie müssen oft genug werfen. Um im Bild zu bleiben: Mit dem LHC haben wir jetzt die Möglichkeit, mit Stecknadelköpfen zu werfen.

Die Fragen stellte Thomas Trösch.

Das vollständige Interview und weitere Berichte lesen Sie unter [www.handelsblatt.com/lhc](http://www.handelsblatt.com/lhc)

Wichtige Ereignisse deutscher Geschichte – jetzt sammeln!

# Deutsche Schicksalsjahre

1918, 1938, 1949, 1989 – vier Schicksalsjahre der deutschen Geschichte – vom Ende des Ersten Weltkrieges bis zur Wiedervereinigung. ZEIT GESCHICHTE nimmt diese Ereignisse zum Anlass, um in vier aufeinanderfolgenden Ausgaben von den Schlüsselereignissen des 20. Jahrhunderts zu erzählen.



Entscheiden Sie sich für ZEIT GESCHICHTE mit diesen Vorteilen:

- Sie verpassen garantiert keine Ausgabe und sichern sich alle 4 Folgen der »Deutschen Schicksalsjahre«!
- Zugang zu allen Premium-Inhalten unter [www.zeit.de/premium](http://www.zeit.de/premium)
- 4 Ausgaben für € 17,- statt € 19,20. Sie sparen über 11 % gegenüber dem Einzelverkauf.
- Sie können den Bezug jederzeit kündigen.

Ihr Geschenk

DVD »Der Polizeistaatsbesuch«. Ein Zeitdokument über den Schahbesuch und die Studentenproteste von 1967.

ZEIT Geschichte

Ja, ich möchte ZEIT GESCHICHTE lesen!

Bitte senden Sie mir ZEIT GESCHICHTE von der nächsten Ausgabe an frei Haus für zzgl. nur € 4,25 pro Heft statt € 4,80 im Einzelverkauf. Ich spare 11%! Als Geschenk erhalte ich die DVD »Der Polizeistaatsbesuch«. ZEIT GESCHICHTE erscheint 4x im Jahr. Ich gehe kein Risiko ein, denn ich kann jederzeit kündigen, eine formlose Mitteilung an den Leser-Service genügt. Das Geld für zu viel bezahlte Ausgaben erhalte ich zurück. Angebot nur in Deutschland gültig. Auslandspreise auf Anfrage. Widerrufsrecht: Die Bestellung kann ich innerhalb der folgenden zwei Wochen ohne Begründung bei ZEIT GESCHICHTE, Leser-Service, 20080 Hamburg, in Textform (z. B. Brief oder E-Mail) widerrufen. Zur Fristwahrung genügt die rechtzeitige Absendung.

Den Vorzugspreis von nur € 17,- für 4 Ausgaben zahle ich:  bequem per Bankinzug  gegen Rechnung (bitte keine Vorauszahlung leisten)

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Strasse/Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ/Wohnort: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_

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

Ja, bitte senden Sie mir weitere Informationen per E-Mail. Bestellnummer **59 7257 FA**

BLZ: \_\_\_\_\_ Kontonummer: \_\_\_\_\_

Geldinstitut: \_\_\_\_\_

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

**ZEIT GESCHICHTE • Leser-Service • 20080 Hamburg**  
 E-Mail: [abo@zeit.de](mailto:abo@zeit.de) • Internet: [www.zeit.de/geschichteabo](http://www.zeit.de/geschichteabo),  
 Fax: 0180-5252908\* • Telefon: 0180-5252909\*

\*14 Cent/Min. aus dem deutschen Festnetz, Mobilfunkpreise können abweichen. Bitte immer Bestellnummer angeben!