

# „Dann gehen neue Fenster auf“

Physiker Rolf-Dieter Heuer über die ungelösten Rätsel der Teilchenforschung

*Heuer, 64, ist Generaldirektor des Teilchenforschungszentrums Cern bei Genf.*

**SPIEGEL:** Herr Professor, da am Cern endlich das Higgs-Teilchen gefunden wurde, können Sie Ihren Beschleuniger wohl bald zusperren?

**Heuer:** Keineswegs, wir haben einen Durchbruch geschafft, aber jetzt fängt die Arbeit erst richtig an. Wir müssen unseren Fund vermessen, seine Wechselwirkung mit anderen Teilchen beobachten, seine Eigenschaften klären. Und wenn wir dabei irgendetwas finden, das unserer Theorie widerspricht, dann öffnet sich automatisch das Fenster in eine neue Physik. Unser sogenanntes Standardmodell beschreibt ja gerade mal vier bis fünf Prozent des Universums.

**SPIEGEL:** Und der Rest?

**Heuer:** Ein knappes Viertel macht die Dunkle Materie aus. Wir verdanken ihr, dass die rotierenden Galaxien nicht einfach auseinanderfliegen. Mit der sichtbaren Materie allein lässt sich das nicht erklären. Die verbleibenden fast drei Viertel entfallen auf das, was wir die Dunkle Energie nennen. Sie bewirkt, dass das Universum sich immer schneller ausdehnt. Aber noch immer kennen wir den Mechanismus nicht, der das Weltall an jedem Punkt nach allen Richtungen gleichmäßig auseinandertreibt.

**SPIEGEL:** Könnte das Higgs neue Hinweise liefern?

**Heuer:** Das Higgs-Feld, das zu dem Teilchen gehört, hat immerhin eine entscheidende Eigenschaft, die zur Dunklen Energie passt: Es wirkt in alle Richtungen gleich.

**SPIEGEL:** Das Higgs könnte also ein Brückenkopf ins Unbekannte sein?

**Heuer:** Ganz genau. Wir wissen nicht, ob es selbst etwas mit der Dunklen Energie zu tun hat. Aber wir vermuten, dass es ein ähnliches Feld jenseits des Standardmodells gibt – sozusagen die andere Seite des Brückenkopfs.



**Heuer:** Bis Ende des Jahres werden wir noch Protonen aufeinanderschießen. Dann legen wir den Beschleuniger für knapp zwei Jahre still, um ihn zu warten. Und wenn er wieder in Betrieb geht, wird es spannend: Dann erhöhen wir schrittweise die Energie auf fast das Doppelte, wir erzeugen also Teilchen mit immer höherer Masse. Und es könnte sein, dass wir damit schon die Schwelle zur Dunklen Materie überschreiten. Dann gehen neue Fenster auf.

**SPIEGEL:** Was hoffen Sie zu finden?

**Heuer:** Vor allem erste Spuren der Supersymmetrie. So nennt sich die Theorie, nach der für jedes Teilchen ein Schattenteilchen existiert – eine Spiegelwelt, wie sie auch in der Vorstellung der Antimaterie angelegt ist. Das leichteste Teilchen der Supersymmetrie könnte so stabil sein, dass es in Reichweite unseres Beschleunigers liegt. Das wäre ein guter Kandidat für die Dunkle Materie. Wenn wir es finden, bedeutet das einen Riesensprung.

**SPIEGEL:** Wissen Sie genau, wo Sie suchen müssen? Oder machen Sie einfach nur irgendwo das Licht an?

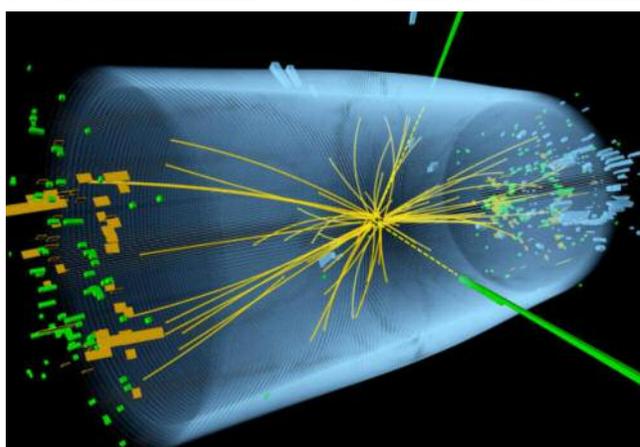
**Heuer:** Beides. Wir müssen rundum offen für unerwartete Funde sein. Bei der Supersymmetrie haben wir aber schon eine Richtung, da leuchten wir gezielt hin. Nur so genau wie beim Higgs wird die Zielvorgabe nicht mehr sein.

**SPIEGEL:** Für das Higgs hatten Sie quasi den Steckbrief, den Ihr Kollege Peter Higgs 1964 veröffentlicht hat. Hat er sich damit den Nobelpreis verdient?

**Heuer:** Ich denke schon. Es gibt aber auch noch andere Leute, die damals an ähnlichen Modellen gearbeitet haben ...

**SPIEGEL:** ... während die Regeln aber maximal drei Preisträger zulassen.

**Heuer:** Ja, das müsste geändert werden. In vielen Forschungsrichtungen – von der Teilchenphysik bis zur Genetik – arbeiten immer größere Gruppen zusam-



Cern-Chef Heuer, zerfallendes Higgs-Teilchen (Simulation)  
„Wir planen bis zum Jahr 2030“

**SPIEGEL:** Und wenn das Higgs Ihnen nicht den Gefallen tut, merkwürdige Eigenschaften zu offenbaren?

**Heuer:** Dann haben wir jetzt immerhin das Teilchen gefunden, das allen anderen Teilchen ihre Masse verleiht. Damit ist endlich geklärt, dass unser Standardmodell voll und ganz zutrifft. Und nun gilt es, die Lücke in diesem Modell zu finden, durch die wir zu den restlichen 95 Prozent des Universums vordringen können. Wir wissen noch nicht, welche Rolle das Teilchen, das wir gefunden haben, dabei spielt. Es ist, wie wenn Sie in weiter Ferne jemanden erspürt haben, der aussieht wie Ihr bester Freund. Es könnte aber auch jemand sein, der ihm stark ähnelt und doch ein ganz anderer Mensch ist – erst im Näherkommen finden Sie es heraus.

**SPIEGEL:** Was haben Sie als Nächstes vor?

men, weil es anders gar nicht mehr geht. Die Zeit, in der man Einzelpersonen für große Entdeckungen dingfest machen konnte, ist irgendwann vorbei.

**SPIEGEL:** Wie viele Forscher waren auf dem langen Marsch zum Higgs dabei?

**Heuer:** Zuletzt zwischen drei- und viertausend in jedem der beiden beteiligten Großexperimente.

**SPIEGEL:** Können Sie so große internationale Haufen jetzt überhaupt auf neue Ziele einschwören? Oder macht bald wieder jeder sein Ding?

**Heuer:** Nein, unsere Leute bleiben sicher bei der Stange, gerade jetzt. Speziell einem Teilchenphysiker muss das Zusammenarbeiten ohnehin im Blut liegen. Zumindest lernt er sehr früh, dass er allein nicht weiterkommt, dass er sich ständig austauschen muss.

**SPIEGEL:** Verschwindet da nicht allmählich die Leistung der Einzelnen im großen Ganzen?

**Heuer:** Nein, es ist immer noch einfach, einen herausragenden Physiker, eine Physikerin zu identifizieren. Gute Leute steigen rasch auf von der Kleingruppe zur Unterabteilung zur Oberabteilung – wie in einem Unternehmen.

**SPIEGEL:** Bis zu welcher Größe lassen sich Forschergruppen noch koordinieren?

**Heuer:** Ich habe vor 15 Jahren ein Projekt mit 350 Leuten geleitet. Damals dachten wir, das geht gerade noch. Jetzt haben wir zehnmal so viele. Nein, an Grenzen stoßen wir eher bei der Technik, bei den Detektoren, die man bauen kann.

**SPIEGEL:** Wie lange können Sie mit Ihrem jetzigen Beschleuniger, dem „Large Hadron Collider“, noch experimentieren? Wann hat er seine Schuldigkeit getan?

**Heuer:** Wir planen bis zum Jahr 2030. Vielleicht lohnt es sich, in den Zwanzigern die Maschine noch einmal aufzurüsten – wir könnten dann für einen vergleichsweise geringen Aufpreis erheblich mehr Teilchen kollidieren lassen. Das hängt aber auch davon ab, was wir bis dahin gefunden haben.

**SPIEGEL:** Und danach? Brauchen Sie noch gewaltigere Erkenntnismaschinen?

**Heuer:** Die Größe ist nicht entscheidend, nur die Energie. Je schärfer wir gucken wollen, desto stärker müssen wir die Teilchen beschleunigen. In unserem Fall sind das Protonen. Einiges spricht dafür, dass wir uns als Nächstes einen Beschleuniger vornehmen, der Elektronen auf Positronen schießt. Das würde einen anderen Blickwinkel auf die Materie eröffnen – auch auf das Higgs-Teilchen. Die Pläne dafür liegen in der Schublade. Die Frage ist nur: Welche Weltregion wäre bereit, diese Maschine zu bauen?

INTERVIEW: MANFRED DWORSCHAK

Denn mit der Entdeckung des Higgs-Teilchens bestätigt sich nur ein weiteres Mal die bestehende Theorie. Jetzt aber, darin sind sich die Physiker einig, beginnt das Terrain, in dem die bestehenden Gleichungen nicht länger als Wegweiser taugen. Was nun kommt, ist ungewiss.

Denn um zu verstehen, warum die Welt so und nicht anders ist, um im Detail zu begreifen, wie das Universum im Urknall erschaffen wurde, reichen die bekannten Formeln nicht aus; dazu wird es notwendig sein, neue Naturgesetze zu entschlüsseln.

Und eines der zentralen Rätsel, die den Weg ins Neuland ebnen könnten, steckt in ebenjener Frage, die zu ergründen Jeffrey Hangst sich vorgenommen hat: Warum besteht die Welt aus Materie? Und wo ist die Antimaterie geblieben?

Hangsts Interesse gilt damit einem seltsamen Stoff. Er verhält sich genau wie

„Zu verstehen, warum das so ist, hat mich seit jeher fasziniert“, sagt Hangst. Denn das Verhältnis von Materie und Antimaterie richtig zu verstehen, davon sind die Physiker überzeugt, wäre gleichbedeutend mit einer Erklärung für das Wunder allen materiellen Daseins.

Schon Mitte des 19. Jahrhunderts kam der deutsche Philosoph Friedrich Wilhelm Schelling „zur letzten verzweifelungsvollen Frage: Warum ist überhaupt etwas? Warum ist nicht nichts?“ Schellings metaphysisches Staunen hat in der modernen Physik eine neue Formulierung erfahren: Warum sind Materie und Antimaterie im Universum nicht zu gleichen Anteilen vorhanden?

Denn die Glut des Urknalls, darin sind sich die Physiker einig, erschuf beide Formen der Existenz in gleicher Menge. Mit jedem Teilchen wurde zugleich auch sein Gegenteil, das entsprechende Antiteil-



MAXIMILIEN BRICE / CERN

**Beschleuniger-Tunnel am Cern:** „Warum ist nicht nichts?“

gewöhnliche Materie und ist doch so völlig anders. Zwar gleichen sich die Eigenschaften: Antiglas würde splintern wie Glas, Antigold glänzen wie Gold, Antiwasser plätschern wie Wasser. Und zwischen einem Menschen aus normaler Materie und einem Menschen aus Antimaterie gäbe es keinen sichtbaren Unterschied – beide glichen sich aufs Haar.

Doch wehe, beide – Stoff und Antistoff, Bild und Ebenbild – begegnen einander: Dann blitzt es grell, und beide sind verschwunden.

Vor allem aber: Dauerhaft gibt es Antimaterie eigentlich gar nicht. Die Antiwelt ist nicht mehr als eine Möglichkeit, die von der Natur aber offenbar nicht verwirklicht wurde. In den Gleichungen der Theoretiker spielen beide, Welt und Antiwelt, gleichberechtigte Rollen. Im realen, im beobachtbaren Universum jedoch bildet die Materie alles und die Antimaterie nichts.

chen, geboren. Und weil die Natur ihnen beiden die Fähigkeit mit auf den Weg gegeben hatte, sich wechselseitig zu vernichten, war im Moment ihrer Schöpfung damit gleichsam ihr Untergang bereits inbegriffen.

Dann aber muss irgendeine schicksalhafte Wendung den Weltenlauf grundlegend verändert haben. Zu gern würden die Physiker verstehen, was genau damals kurz nach dem Urknall geschah. Bisher wissen sie nur, welche Folgen die Ereignisse in jener kosmischen Frühzeit hatten: Sie bewirkten, dass die Materie gegenüber der Antimaterie die Oberhand gewann.

Es war keineswegs ein großer Überschuss. Ganz im Gegenteil. Aus der Dichte der Teilchen im heutigen Universum lässt sich errechnen, wie das Verhältnis der beiden Teilchenarten gewesen ist. Und das Ergebnis mutet erstaunlich an: Auf 1000000000 Antiteilchen kamen