

# Im Bann von Waxahachie

**Physik** Forscher bauen immer gewaltigere Teilchenbeschleuniger, um die Geheimnisse des Universums zu enträteln. Geht es auch eine Nummer kleiner?

**U**nter den Feldern von Texas erstreckt sich ein verlassener Tunnel, knapp 23 Kilometer lang. Die Zugänge sind verschüttet, in der Röhre sammelt sich Wasser.

Die Ruine nahe dem Städtchen Waxahachie steht für das Trauma der Teilchenphysik: Hier baute die stolze Zunft einst am größten Teilchenbeschleuniger aller Zeiten.

Geplant war ein Ringtunnel von 87 Kilometern Umfang. Riesige Detektoren, schwer wie Schlachtschiffe, sollten die Kollisionen der im Kreisverkehr herumrasenden Teilchen aufzeichnen. Als die Megamaschine jedoch immer neue Dollar-milliarden zu vertilgen drohte, strich der US-Kongress mitten im Bau das Geld. Das war 1993.

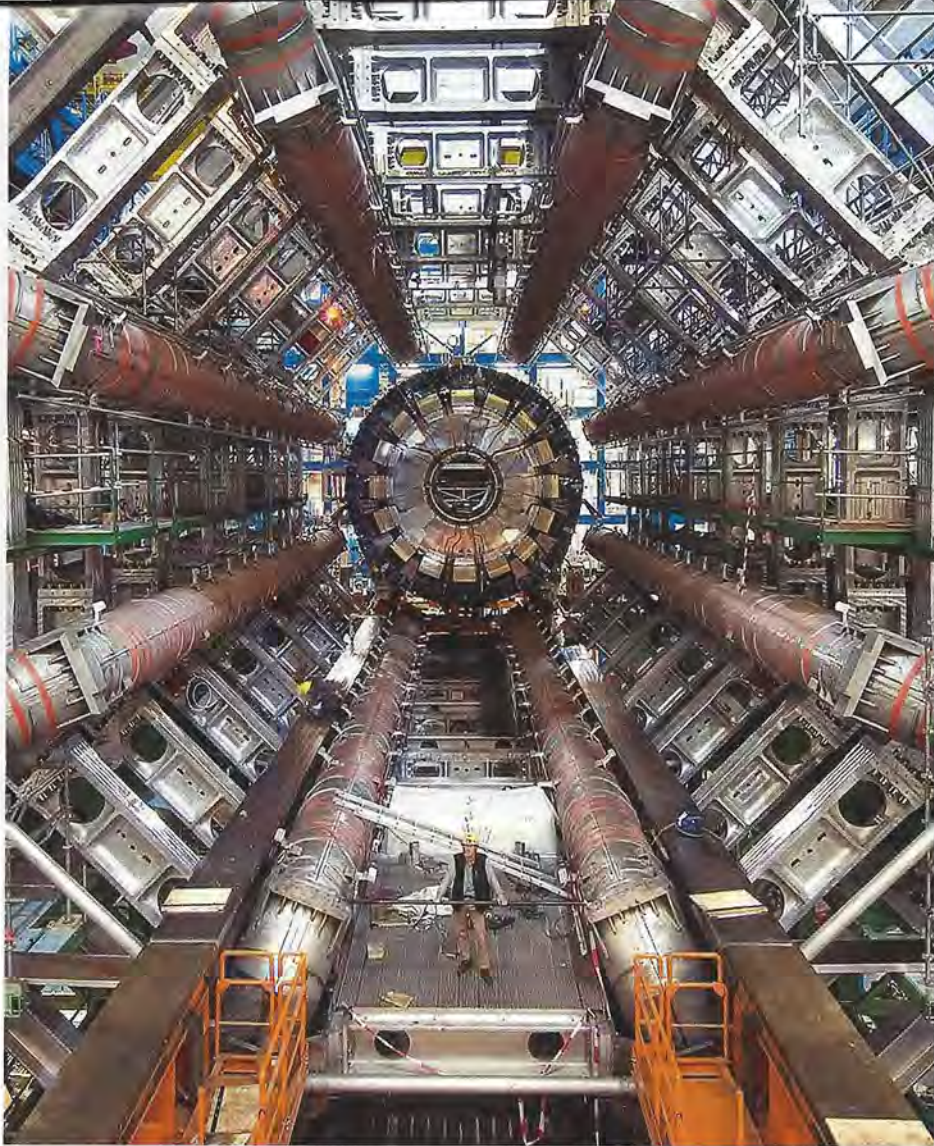
Seither suchen die Teilchenphysiker nach einem Ausweg aus dem Verhängnis ihres Fachs. Um in die kleinsten Geheimnisse der Materie vorzudringen, benötigen sie immer stärkere Partikelschleudern. Und bisher hieß das: immer größer, immer teurer. So kann es offenbar nicht weitergehen. Stets droht das Menetekel von Waxahachie.

Nun aber ist unverhofft Rettung in Sicht: Forscher arbeiten an einem Beschleuniger neuen Typs. Sie nutzen eine Technik, mit der die Teilchen viel schneller als bisher auf Tempo kommen. Die nächste Generation der Erkenntnismaschinen könnte ein Vielfaches der heutigen Leistung bringen – und dennoch deutlich kleiner ausfallen.

Erste Experimente lieferten bereits erstaunliche Befunde. Es ist, als käme die Schubkraft eines Ferrari aus einem Motor von der Größe einer Kinderfaust.

„Elektronen können bis zu tausendmal stärker beschleunigt werden als bisher“, sagt die Physikerin Edda Gschwendtner. Unter ihrer Leitung entsteht derzeit eine Versuchsanlage am Forschungszentrum Cern nahe Genf. Seit anderthalb Jahren baut eine internationale Arbeitsgruppe an den nötigen Gerätschaften.

Die Idee kam gerade recht. Der amtierende Rekordbeschleuniger am Cern, der „Large Hadron Collider“, markiert vermutlich das Ende einer Epoche der Gigan-



„Atlas“-Teilchendetektor am Cern bei Genf: Ende einer Epoche

ten. Sein Ringtunnel erstreckt sich über 27 Kilometer; eine größere Maschine dieser Art dürfte so bald schwerlich gebaut werden.

Vor drei Jahren konnte der Genfer Beschleuniger mit einem Sensationsfund aufwarten: In seinen gewaltigen Detektoren hatte sich das lange gesuchte Higgs-Teilchen offenbart, das allen übrigen Teilchen ihre Masse verleiht. Ob ihm ein weiterer Durchbruch dieser Klasse gelingt, ist fraglich.

Zwei Jahre lang war die Riesenmaschine inzwischen abgeschaltet; die Forscher rüsteten ihre Apparate auf. In wenigen Tagen soll nun der Betrieb mit erhöhter Leistung wieder beginnen. Auf 20 gute Jahre dürfen die Physiker noch hoffen. Aber dann haben sie wohl alles entdeckt, was ein Beschleuniger herkömmlicher Bauart hergibt.

Für diese Zunft, die lange vorausdenken muss, heißt das: höchste Zeit, sich auf die nächste Etappe vorzubereiten.

Die Technik hat sich seit Jahrzehnten kaum verändert: Geladene Teilchen rasen durch eine Vakuumröhre, vorangepeitscht von elektrischen Feldern. Für die Stärke der Felder gibt es aber, technisch bedingt,

eine Obergrenze. Wird sie überschritten, droht die Röhre zu schmelzen. Wer also mehr Wumms braucht, muss umso längere Beschleuniger bauen.

Die neue Technik hat diese Probleme nicht. Statt eines Vakuums benutzt sie ein dünnes, hochoverhitztes Gas, Plasma genannt. In dieses Plasma feuern die Forscher Salven kurzer Teilchenpulse. Jeder Puls erzeugt in seinem Gefolge Kielwellen von gewaltiger Energie – sie reißen die zu beschleunigenden Elektronen mit sich fort.

Diese Kielwellen sind es, auf die nun die Physiker ihre Hoffnungen setzen. Wie Surfer sollen Elektronen auf ihnen durch die Röhre reiten. Unterwegs gewinnen die Teilchen enorm an Tempo: Schon binnen Metern sind sie so beschleunigt wie bislang erst nach einem kilometerlangen Parcours.

Mit solchen Maschinen lassen sich womöglich die nächsten großen Rätsel der Teilchenphysik anpacken. Das Standardmodell kann bislang nur fünf Prozent des bekannten Universums erklären.

Viele Fragen sind noch ungelöst: Woraus genau besteht die Dunkle Materie, deren Anziehungskraft die rotierenden Galaxien zusammenhält? Wo steckt ihr Gegenspieler, die Dunkle Energie, die das Universum

in alle Richtungen auseinandertreibt? Und gibt es tatsächlich für jedes Elementarteilchen ein spiegelbildliches Pendant in einer rätselhaften Schattenwelt? Stimmt also die verwegene Theorie einer allumfassenden „Supersymmetrie“?

Nicht wenige Forscher vermuten, dass jenseits des Standardmodells eine ganz neue Physik beginnt. Eine erste Ahnung davon könnte sogar noch der altbewährte Genfer Beschleuniger erhaschen. Aber am Ende braucht es dafür stärkere Maschinen – wie sie nun die neue Technik verheißt.

„Eines Tages können wir vielleicht eine Maschine von wenigen Kilometern Länge bauen, die den bisherigen Leistungsstand weit übertrifft“, hofft die Cern-Physikerin Gschwendtner.

Das ist noch eine Weile hin. Mit einem brauchbaren Prototyp für die Teilchenforschung rechnen auch Optimisten nicht in den kommenden beiden Jahrzehnten. Schon deutlich früher allerdings könnte die neue Technik ganz andere Felder erobern, wo es auf höchste Energien nicht so ankommt.

Beschleuniger sind längst keine Domäne von Grundlagenforschern mehr. Kleinere Teilchenkanonen kommen heute in vielen Disziplinen zum Einsatz. Weltweit gibt es bereits rund 30 000 Maschinen, die zumeist praktischen Zwecken dienen. Forscher nutzen sie, um winzige Lichtblitze aus extrem präzisen Röntgenstrahlen herzustellen. Damit spähen sie in Bakterien und Viren hinein. Sogar die Struktur einzelner Proteinmoleküle lässt sich so studieren.

Schwere Teilchen aus dem Beschleuniger können dagegen gezielt Zerstörungen anrichten. „Mit Protonenstrahlen werden zum Beispiel Krebszellen attackiert“, sagt Ralph Aßmann, Physiker am Hamburger Desy.

Allerdings sind selbst die kleineren Beschleuniger immer noch ziemlich wuchtige Apparate, teils mehrere Hundert Meter lang – so etwas können sich in der Regel nur Großforschungsanlagen leisten.

Die neuartigen Kanonen dagegen, so hofft Aßmann, dürften bei gleicher Leistung deutlich kleiner und billiger ausfallen. Sechs deutsche Helmholtz-Institute, darunter auch das Desy, haben sich deshalb gerade zusammengetan, um die Technik zu erproben. „Unser langfristiges Ziel“, sagt Aßmann, „ist der ultrakompakte Beschleuniger.“

Nicht ausgeschlossen, dass künftig auch Universitäten und sogar kleinere Labors ihre eigenen Teilchenschleudern betreiben. Fantasten träumen bereits von Tischmodellen.

Der Trend zur Miniaturisierung macht vor gar nichts mehr halt, wie es scheint. Nicht einmal die größten Forschungsmaschinen, die je gebaut wurden, sind dagegen gefeit.

Manfred Dworschak