

Es sind große Tage für Physiker: Mit dem Start des Teilchenbeschleunigers LHC bei Genf in der vergangenen Woche steht ihre Disziplin wieder einmal im Rampenlicht, das ihnen in den letzten 30 Jahren vor allem die Biologie gestohlen hat. Die größte Versuchsanlage der Geschichte soll, so die Hoffnung, ein neues Zeitalter der Physik einläuten. Der amerikanische Physiker Frank Wilczek hat kürzlich einen nicht gerade unbescheidenen Vergleich gewagt: »Der LHC ist die Antwort unserer Zivilisation auf die ägyptischen Pyramiden. Aber besser: Er ist ein Monument der Neugier, nicht des Aberglaubens, und seine Dimensionen spiegeln die Größe der Fragen wider, die er angeht, nicht die Eitelkeit seiner Betreiber.«

Wilczeks Pathos ist so gewaltig wie die Baukosten von rund vier Milliarden Euro. Angesichts dieser Summe und der Ungewissheit, ob der LHC die erhofften exotischen Teilchen wirklich zutage fördern wird, wäre es ein Leichtes, gegen das Bauwerk zu polemisieren. Doch steckt in Wilczeks Beschreibung ein wahrer Kern, wenn auch anders, als er sie meint.

Dass die »Größe der Fragen« mit der Größe der Anlage, in deren Detektoren allein 45.000 Tonnen Material verbaut sind, korrespondiert, ist nicht der Hybris der Forschergemeinde geschuldet. Will die Physik die Stüchhaltigkeit ihrer derzeit fortgeschrittensten Theorien experimentell überprüfen, muss sie jene Teilchen hervorbringen, deren Existenz diese Theorien postulieren. Dazu sind Energiemengen nötig, die in bisherigen Teilchenbeschleunigern nicht erzeugt werden konnten.

Niels Boeing

Die Pyramide von Genf

IRONISCHE WISSENSCHAFT ■ Der Teilchenbeschleuniger LHC soll letzte Fragen klären – dabei geht es in der modernen Physik gar nicht mehr um Antworten

In der Sache fällt der LHC damit nicht aus der Tradition der modernen Physik: Sie kann Antworten nur finden, indem sie diese mit Hilfe technischer Apparate aus der Natur hervorzwängt. Frühe Theoretiker wie Kepler oder Newton mögen noch Naturbeobachter gewesen sein, die das Beobachtete in der Sprache der Mathematik formuliert und daraus neue Erkenntnisse destilliert haben. Wichtiger ist heute aber die umgekehrte Reihenfolge: Am Anfang steht – aufbauend auf älteren Erkenntnissen – ein mathematisches Konstrukt, aus dem sich neue Sachverhalte erschließen, die zu beobachten sein müssten. Die Aufgabe der Experimentalphysiker ist dann, den passenden technischen Apparat zu entwickeln, der die Beobachtung ermöglicht. Anders gesagt: Während der Theoretiker früherer Tage vor allem Antworten produzierte, werfen seine Nachfolger erst einmal Fragen an die Natur auf.

Mit diesem Arbeitsmodell ist die Physik im 20. Jahrhundert ungeheuer erfolgreich darin gewesen, theoretisch postulierte Grundbausteine und -strukturen der Welt aufzuspüren. Ob es sich um die Krümmung des Raumes in der Relativitätstheorie, den gut bevölkerten

»Zoo« der Elementarteilchen in der Quantenphysik oder die aus beiden Theoriegebäuden abgeleitete Antimaterie handelte – mit ausgeklügelten Versuchsgeräten fanden Physiker für vieles eine Bestätigung. Aber es blieben nicht nur Lücken wie das berüchtigte »Higgs-Boson«, jenes Teilchen, das der LHC endlich finden soll, weil sonst das Standardmodell der Teilchenphysik unvollständig bliebe. Auch passen bis heute Relativitätstheorie und Quantenphysik nicht nahtlos zusammen.

Seit über 70 Jahren suchen Physiker schon nach der großen finalen Theorie, die beide vereint und damit das Universum erklärt. Die derzeit heißesten Kandidaten, Varianten der so genannten String-Theorie, haben jedoch einen Makel: Aus ihnen lassen sich bislang keine Fragen ableiten, die im Rahmen des technisch Möglichen experimentell zugänglich sind. Damit aber unterscheiden sich die Theoriewärter bis auf ihr mathematisches Gewand kaum von klassischer Metaphysik, also der Spekulation »nach der Physik«. Der Wissenschaftsjournalist John Horgan hat deshalb in seinem Buch *The End of Science* die provozierende These aufgestellt, dass ge-

rade die Physik in das Stadium der »ironischen Wissenschaft« eingetreten sei. »Ironische Wissenschaft«, schreibt Horgan, »ähnelte der Literaturkritik, indem sie verschiedene Standpunkte, Ansichten anbietet, die im besten Fall interessant sind und weitere Kommentare provozieren. Aber sie kommen der Wahrheit nicht mehr näher.«

Auch prominente Physiker hat längst der Zweifel beschlichen, ob ihre Disziplin je »die Antwort« finden kann. Kein geringerer als der exzentrische Brite Stephen Hawking äußerte 2002 die Vermutung, eine vereinheitlichende Weltformel könnte unmöglich sein. Denn in einem mathematischen System aus Axiomen bleiben, wie der österreichische Mathematiker Kurt Gödel in den dreißiger Jahren gezeigt hatte, immer unauflösbare Widersprüche – und physikalische Theorien sind nichts anderes als solche mathematischen Systeme.

Die optimischeren Zukunftskollegen von Hawking erwarten, dass der LHC Überraschungen liefern wird, die den Horizont der Physik wieder aufreißen. Diese Hoffnung ist indes nicht mehr als ein induktiver Schluss aus der Vergangenheit: Ende des 19. Jahr-

hunderts wähten sich die Physiker so gut wie am Ziel, bevor die Arbeiten von Einstein, Bohr, Heisenberg und anderen ihre Disziplin dramatisch umkrempelten. Der Schöpfer der Quantenelektrodynamik Richard Feynman hat von dieser Sichtweise nichts gehalten: Mit der modernen Physik sei es »wie mit der Entdeckung von Amerika – man kann sie nur einmal machen. Das Zeitalter, in dem wir leben, ist eines, in dem wir die fundamentalen Naturgesetze entdecken, und es wird sich nicht wiederholen.«

Die Teilchenphysik steht zudem in einer reduktionistischen Tradition, die glaubte, die Welt aus ihren Grundbausteinen hinreichend erklären zu können – also von unten nach oben. Die Wissenschaft der vergangenen Jahrzehnte hat jedoch den Fokus verschoben: hin zur Untersuchung des Phänomens der Komplexität, die in so unterschiedlichen Gegenständen wie Zellen, Ökosystemen, Klima oder Gehirn auftritt. Solche komplexen Strukturen lösen sich auf der Ebene der Teilchen und Kraftfelder in Nichts auf. Für die künftige Entwicklung der heutigen Zivilisation ist ihr Verständnis aber von großer, vielleicht sogar entscheidender Bedeutung.

Hier bekommt Wilczeks Analogie des LHC mit den ägyptischen Pyramiden ihren wirklichen Sinn. Die waren zweifellos ein Höhepunkt der damaligen Baukunst, aber sie markierten auch einen Endpunkt der Entwicklung. Nach der Cheops-Pyramide ging es nicht mehr höher hinaus. So könnte auch der LHC der letzte Teilchenbeschleuniger dieser Größe sein, weil die Wissenschaft sich auf ganz neue Territorien begibt, die für uns relevanter als »die Antwort« auf die letzten Fragen nach dem Universum sind. ■