

»Warum gerade die, und warum 25?«

SPIEGEL-Gespräch Die Physikerin Sabine Hossenfelder über die irreführende Suche nach der Weltformel, Einsteins Abscheu vor dem Urknall und Fachkollegen, die einfach so neue Elementarteilchen erfinden



TIM WEGNER / DER SPIEGEL

Autorin Hossenfelder: »Ich frage mich, was das noch mit der Realität zu tun hat«

Hossenfelder, 41, forscht am Frankfurt Institute for Advanced Studies. In ihrem neuen Buch wirft sie der Theoretischen Physik vor, sich heillos verrannt zu haben in Spekulationen über Multiversen, Supersymmetrien und Geisterteilchen.*

SPIEGEL: Frau Hossenfelder, würden Sie sich heute noch einmal für ein Physikstudium entscheiden?

Hossenfelder: Hätte ich geahnt, wie sehr man da seine Arbeit verkaufen muss ... schwer zu sagen. Am besten fährt man in meinem Fach ja mit Forschungsthemen, die bei den Kollegen gut ankommen. Besonders beliebt sind aber leider Theorien, bei denen ich mich frage, ob das noch irgendetwas mit der Realität zu tun hat.

SPIEGEL: Zum Beispiel?

Hossenfelder: Die Supersymmetrie. An sich ein schönes Weltmodell: Jedem Elementarteilchen entspricht ein supersymmetrischer Partner. Aber die Suche nach diesen spiegelbildlichen Partikeln läuft seit Anfang der Neunzigerjahre – ohne Erfolg. Trotzdem geht das immer so weiter.

SPIEGEL: In Ihrem neuen Buch erheben Sie schwere Vorwürfe gegen die Grundlagenphysik, die den Aufbau des Kosmos erforscht. Sie zweifeln, dass das überhaupt noch eine solide Wissenschaft ist. Warum?

Hossenfelder: Wir kommen mit dem Verständnis der Naturgesetze nicht mehr voran. Wir betreiben Detektoren in unterirdischen Minen und etliche Teilchenbeschleuniger, darunter den gewaltigen Large Hadron Collider in Genf. Trotzdem haben wir seit vier Jahrzehnten kaum mehr Daten gewonnen, die uns etwas Neues sagen könnten.

SPIEGEL: Dass am Large Hadron Collider 2012 das Higgs-Teilchen aufgespürt wurde, zählen Sie nicht?

Hossenfelder: Ein schöner Erfolg, aber: alte Physik. Das Higgs vervollständigt und bestätigt nur das bewährte Standardmodell, wie wir es kennen. Es hilft uns nicht, die Rätsel zu lösen, die noch offen sind.

SPIEGEL: Welche wären das?

Hossenfelder: Wir vermuten zum Beispiel, dass nur ein Sechstel der Materie im Universum sichtbar ist. Der Rest blieb uns bislang verborgen, wir sprechen von »dunkler Materie«. Das Standardmodell beschreibt alle bekannten Elementarteilchen und deren Wechselwirkung. Die dunkle Materie hat darin keinen Platz. Wir wissen aber: Da muss etwas sein.

SPIEGEL: Woraus könnte diese dunkle Materie bestehen?

Hossenfelder: Sogenannte Wimp-Teilchen gelten als gute Kandidaten. Wir suchen danach seit den Achtzigern. Bislang gibt es nicht die geringste Spur.

* Sabine Hossenfelder: »Lost in Math. How Beauty Leads Physics Astray«. Basic Books; 304 Seiten. Das Gespräch führte der Redakteur Manfred Dworschak.

SPIEGEL: Gerade wurde wieder ein Fehlschlag gemeldet. Ein großer unterirdischer Detektor im italienischen Gran-Sasso-Massiv konnte keine Wimps aufspüren.

Hossenfelder: Wenn der eine Detektor nichts findet, ruft man eben nach einem größeren, der noch tiefer in die Materie hineinspäht. Auch vom Genfer Ringbeschleuniger hatten viele Kollegen sich Belege für dunkle Materie oder Supersymmetrie erhofft. Ebenfalls vergebens. Das hindert sie aber nicht, weiter ihren Spekulationen nachzusteigen und auf den nächstgrößeren Riesenbeschleuniger zu hoffen.

SPIEGEL: Halten Sie die Suche nach der Supersymmetrie für sinnlos?

Hossenfelder: Die Theorie ist schön und elegant. Für viele Teilchenphysiker ist das leider ein entscheidendes Kriterium. Die Supersymmetrie, so glauben sie, sei zu schön, um *nicht* wahr zu sein. Aber Schönheit ist subjektiv. Warum sollte die Natur sich darum scheren, was wir Menschen gerade für schön halten?

SPIEGEL: Was finden Physiker schön?

Hossenfelder: Eine Theorie, die das Weltall erklärt, sollte möglichst einfach sein, je kürzer, desto besser, im Idealfall genügt eine einzige Weltformel. Die Theorie sollte elegant sein und sich möglichst natürlich anfühlen, ohne auffallend große oder kleine Zahlen. Aber niemand kann sagen, warum das so sein soll. Es ist bloß ein Gefühl.

SPIEGEL: Was ist schlimm an auffälligen Zahlen?

Hossenfelder: Nichts. Trotzdem kommt vielen Physikern etwa die Masse des Higgs-Teilchens befremdlich vor. In der Praxis haben wir damit gar kein Problem, aber die Kollegen finden, das sehe hässlich aus, sie suchen nach einer Erklärung.

SPIEGEL: Gilt nicht das gesamte Standardmodell als hässliches Flickwerk?

Hossenfelder: Ja, schon wegen der 25 bekannten Elementarteilchen. Warum gerade die, und warum 25? Laien würden sich eher fragen, wo es da einen Anlass zur Beschwerde gibt. Warum soll es nicht einfach so sein, wie es ist? Aber die Kollegen können sich schönere Theorien ausdenken, also tun sie es. So kommt es zu schwindelerregenden Geistergebilden wie beispielsweise dem Weltmodell des Multiversums. Dem zufolge sind nach dem Urknall unendlich viele verschiedene Universen entstanden, und das unsere ist nur eines davon. Die These zu beweisen ist prinzipiell nicht möglich. Solche Spekulationen haben in der Wissenschaft nichts zu suchen.

SPIEGEL: Sie glauben, Ihre Fachkollegen haben sich verrannt?

Hossenfelder: Die meisten theoretischen Physiker, die ich kenne, studieren inzwischen Dinge, die noch niemand je gesehen oder gemessen hat. Sehr gern postulieren sie auch neue Teilchen, um ihre gedachten Weltmodelle aufzuhübschen.

SPIEGEL: Man kann Teilchen einfach erfinden?

Hossenfelder: Nun, neben den erwähnten Wimps haben wir inzwischen auch Wimpzillas und Simps, wir haben Präonen, Sfermionen, Axionen und Flaxionen, dazu Erebonen und Inflatonen. Wir haben sogar »Unparticles«, auf Deutsch »Uneteilchen«. Es gibt Zehntausende Aufsätze, die diese Konstrukte genau beschreiben. Und die einflussreichsten darunter wurden wiederum tausendfach zitiert. Aber keiner dieser Partikel wurde je gesehen.

SPIEGEL: Alle Forschermühe umsonst?

Hossenfelder: Die überwiegende Mehrzahl dieser Arbeiten ist komplett nutzlos. Trotzdem erscheinen immer mehr davon. Die Produktion läuft in der Regel nach ei-

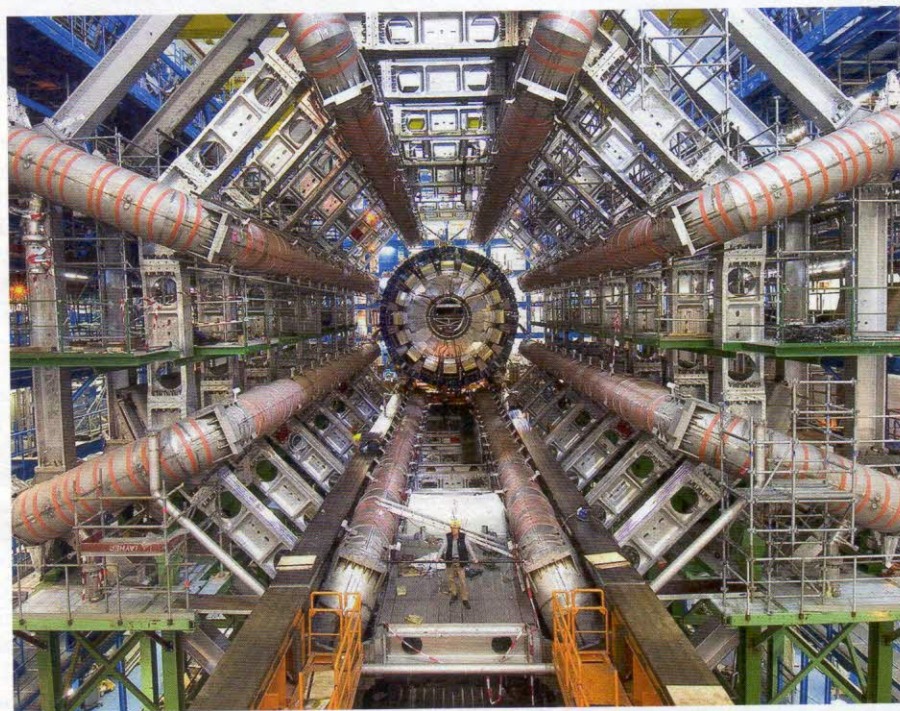
ten Journalen untergebracht haben, gilt Ihre Theorie als etabliert. Dann können Sie, wie mein Doktorvater zu sagen pflegte, die Kuh melken.

SPIEGEL: Und wenn das Teilchen dann nicht aufgespürt wird?

Hossenfelder: Dann revidieren Sie eben seine gedachten Eigenschaften ein bisschen. Erklären Sie, warum es wohl doch erst mit der nächsten Generation von Detektoren klappen wird. Wenn die Suche dann endgültig aufgegeben wird, sind Sie längst pensioniert.

SPIEGEL: Aber auch nach dem Higgs-Teilchen wurde fast 50 Jahre lang gesucht. Müssen wir nicht einfach Geduld haben?

Hossenfelder: Das kann man nicht vergleichen. Da ging es nicht um eine schöne



Teilchendetektor in Genf: »Vielleicht gibt es die dunkle Materie ja wirklich nicht«

nem bewährten Schema. Zuerst müssen Sie erklären, warum Ihr postuliertes Teilchen noch nirgendwo aufgetaucht ist. Es sollte also exakt so beschaffen sein, dass unsere größten Apparate es gerade nicht mehr entdecken können ...

SPIEGEL: ... aber vielleicht schon die nächstgrößeren?

Hossenfelder: Genau, das ist Regel Nummer zwei. Sie müssen begründen, warum man das Teilchen bald finden sollte, sagen wir, in zehn Jahren. Denn wenn es noch tausend Jahre sind, reißen Sie niemanden vom Hocker. Gut ist auch, wenn Sie behaupten können, dass Ihr Teilchen irgendein Problem auf natürliche Weise löst.

SPIEGEL: Das reicht?

Hossenfelder: Im Prinzip schon. Sobald Sie ein, zwei Aufsätze dazu in anerkannter

Theorie, sondern um echte Widersprüche, die gelöst werden mussten. Wäre nicht das Higgs oder etwas Ähnliches aufgetaucht, hätten wir große Probleme mit dem Standardmodell bekommen.

SPIEGEL: Gibt es den Kollegen nicht zu denken, dass sie all die anderen Teilchen nicht finden können?

Hossenfelder: Nicht wenige sind jetzt verrückt, sie wissen nicht mehr, was sie tun sollen. So lange haben sie geglaubt, was wahr ist, müsse auch schön sein. Aber dieser Glaube hat die Wissenschaft auch früher schon in die Irre geführt. Im 16. Jahrhundert galt Kopernikus' Lehre, die Erde kreise um die Sonne, als abstoßend.

SPIEGEL: Warum das?

Hossenfelder: Es passte scheinbar nicht zu den Beobachtungen der damaligen As-

tronomen. Falls Kopernikus recht hatte, mussten die Sterne am Firmament erschreckend weit entfernt sein. So ist es ja auch, wie wir heute wissen. Aber damals galt das als krasse Abweichung von den natürlichen Proportionen.

SPIEGEL: So eine Unordnung würde Gott nicht dulden?

Hossenfelder: Genau. Selbst Einstein ließ sich noch von einem Gefühl für Schönheit leiten. Er war überzeugt, das Universum bleibe stets in sich gleich. Die Vorstellung eines Urknalls fand er abscheulich, wie viele seiner Zeitgenossen. Später hat Einstein sich aber damit abgefunden.

SPIEGEL: Wirkt unter heutigen Physikern eine ähnliche Sehnsucht nach kosmischer Harmonie?

SPIEGEL: Dafür sind ganz schön viele Forscher mit den Strings beschäftigt.

Hossenfelder: String-Theoretiker sind billig, sie brauchen nicht viel für ihre Kalkulationen. Jede Fakultät, die auf sich hält, kann sich ein paar von ihnen leisten. Außerdem gelten die Kollegen als unterhaltsam – schon weil sie so unermüdlich mit immer neuen Ausflüchten ankommen, wenn ihre Extradimensionen wieder nicht aufgetaucht sind.

SPIEGEL: Wie kann eine Wissenschaft sich so weit von der Realität entfernen?

Hossenfelder: Unter anderem wirkt da ein fataler Anreiz zum Schwarmdenken. Als Maß des Erfolgs gilt leider, wie oft eine Arbeit von Kollegen zitiert wird. Am besten publiziere ich also über Dinge, mit

chen Ausstoß können die Maßstäbe für Qualität nicht mehr stimmen.

SPIEGEL: Geht das immer so schnell?

Hossenfelder: Es muss schnell gehen. Nur wer es unter die Ersten schafft, wird dann zum Lohn von den Kollegen reichlich zitiert, die später eintreffen. Dieses Phänomen hat sogar schon einen Namen, wir sprechen von »ambulance chasing« – die Kollegen jagen dem Rettungswagen hinterher wie Anwälte, die hoffen, dass es am Unfallort jemanden zu verklagen gibt.

SPIEGEL: Fürchten Sie, das Publikum könnte das Vertrauen in die Wissenschaft verlieren?

Hossenfelder: Das macht mir große Sorgen, darum habe ich das Buch geschrieben. Den interessierten Laien ist schon klar, dass in meinem Fach irgendwas komisch ist. Ständig werden da wilde Dinge vorhergesagt, die sich dann doch nicht bestätigen. Wenn es in der Grundlagenphysik zugeht wie in der Ernährungswissenschaft, wo der Kaffee heute gut und morgen schlecht für die Gesundheit ist, dann haben wir ein Problem.

SPIEGEL: Sie werden sich mit Ihrem Buch eine Menge Feinde machen.

Hossenfelder: In meinem Forschungsgebiet kann ich eine schöne Anstellung auf Lebenszeit jetzt wohl vergessen.

SPIEGEL: Wie findet Ihr Fach aus seiner Krise wieder heraus?

Hossenfelder: Wir müssen strengere Maßstäbe an unsere Methoden anlegen. Vielleicht stimmt auch die eine oder andere Grundannahme nicht.

SPIEGEL: Weil die Teilchenphysik unterwegs irgendwo falsch abgebogen ist?

Hossenfelder: Schon möglich. Nehmen Sie beispielsweise die dunkle Materie, von der wir immer noch keine Spur haben. Vielleicht gibt es sie ja wirklich nicht. Eine alternative Lösung wäre durchaus denkbar. Dafür müssten wir die Schwerkraft anders verstehen. Daran arbeite ich selbst gerade. Aber am meisten wäre gewonnen, wenn wir uns nicht länger verausgaben würden mit der Lösung von Problemen, die gar keine sind – nur weil uns die Naturgesetze nicht schön genug sind.

SPIEGEL: Im September erscheint Ihr Buch in deutscher Übersetzung mit dem Titel »Das hässliche Universum«. Ist es das, was der Forschung fehlt: Mut zur Hässlichkeit?

Hossenfelder: Das kann man so sagen. Aber was heißt hässlich? Wir lernen ständig dazu, und wenn wir verstehen, wie etwas funktioniert, finden wir mit der Zeit auch Gefallen daran. Unser ästhetisches Ideal wächst mit unserem Wissen. Was wir gestern noch hässlich fanden, kann uns morgen schon schön vorkommen.

SPIEGEL: Frau Hossenfelder, wir danken Ihnen für dieses Gespräch.



X-RAY: NASA/CAC/SAO; OPTICAL: DETLEF HARTMANN; INFRARED: NASA/JPL-CALTECH

Spiralgalaxie M81: »Kein großer Unterschied zum Glauben an einen gütigen Gott«

Hossenfelder: Sicher. Nur wünschen sie sich einen Kosmos, der von »schönen« und »natürlichen« Gesetzen bestimmt ist. Ich sehe da keinen großen Unterschied zum Glauben an einen gütigen Gott.

SPIEGEL: Den radikalsten Drang zur Harmonie zeigt vermutlich die String-Theorie. Ihr zufolge besteht alles, was existiert, aus schwingenden Fädchen.

Hossenfelder: Das ist zunächst mal eine wirklich faszinierende Theorie, sie hat das Zeug zur Weltformel, und sie ist mathematisch enorm ergiebig. Man kann endlos damit herumrechnen und Aufsätze publizieren. Aber die Theorie funktioniert nur, wenn es etliche Extradimensionen außer den uns bekannten gibt. Leider fand sich auch davon bislang keine Spur.

denen viele andere ebenfalls beschäftigt sind. Dann werden sie sich demnächst wiederum auf mich beziehen.

SPIEGEL: Was ist daran schlecht?

Hossenfelder: Ich gebe Ihnen ein Beispiel. Vor drei Jahren zeigte sich am Teilchenbeschleuniger in Genf ein kleiner Ausschlag in den Messdaten. So etwas kommt häufiger vor, im Moment wird auch wieder eine rätselhafte Datenreihe diskutiert. Damals hätte das mit viel Glück die Spur eines neuen Teilchens sein können ... Acht Monate später war der Traum vorbei – der verdächtige Befund erwies sich als zufällige Schwankung in der Statistik. Aber da waren schon mehr als 600 Artikel erschienen, die das angebliche Signal erklärten. Und die populärsten Arbeiten wurden rasch hundertfach zitiert. Bei einem sol-