

# Der kosmische Code

**Wer löst das Rätsel des Universums?**

LINUS REICHLIN (TEXT)  
MARTIN WOODTLI (ILLUSTRATION)  
AUS #65 / JULI 2022

Ich war im Cern, der weltweit grössten Forschungsstätte für Physik, und habe – nichts gesehen. Natürlich nicht *nichts* im optischen Sinn: Ich habe viele Physikerinnen und Physiker gesehen, aus Südamerika, Asien, Europa, und mit einigen von ihnen Gespräche geführt. Gesehen habe ich auch die Gebäude des Point 1, wie die Forschungsstation in Meyrin genannt wird, den Campus, den die amerikanische Physik-Autorin Katie Mack so beschreibt: «Er wirkt mit seinem Sammelsurium von tristen niedrigen 1960er-Jahre-Gebäuden wie eine leicht heruntergekommene Industrieanlage.» Das *leicht* würde ich persönlich streichen. Ich sah in der Kantine des Point 1 die Zahl 1.60 auf dem Display der Kasse aufleuchten, und aus dem eisernen Lächeln meiner Pressebetreuerin schloss ich (sehr richtig), dass ich den Kamillentee im Pappbecher selbst bezahlen musste. Danach sah ich Kunststoff-Flure mit Büros in einer Art Steckbauweise, wie ich sie zuletzt in der Containersiedlung einer Berliner Grossbaustelle gesehen hatte. In jedem Kabüschen sass ein Physiker (in 80% der Fälle) oder eine Physikerin. Was ich nicht sah, war der Large Hadron Collider, der sogenannte Teilchenbeschleuniger, der unterirdisch und ringförmig über 27 Kilometer verläuft und der im Wesentlichen ein Zaun ist. In Lappland bei der jährlichen Rentierzählung stellen die Samen Zäune auf, durch die Rentiere, links und rechts eingepfercht, auf die Sammelplätze getrieben werden.

Im Cern übernehmen gigantische, auf minus 271° Celsius abgekühlte Magnete die Aufgabe der Rentierzäune: Eingepfercht werden Protonen, also Bestandteile der Atomkerne. Sie werden innerhalb des Beschleunigerrings zusammengetrieben zu einem extrem dünnen Energiestrahle, der dann sozusagen die Herde darstellt. Danach beschleunigt man die Herde auf nahezu Lichtgeschwindigkeit und lässt sie mit einer anderen Herde kollidieren. Die beim Aufprall erzeugte Energie wird in Masse umgewandelt, also in winzige Rentier-Partikel (die Leute vom Cern werden diese Metapher hassen, sorry!).

Aber wie gesagt, davon sah ich nichts. Was ich sah, war ein Flipchart mit Gleichungen, die für mich aussahen wie HLZ BRICKN

QUARKPRIK. Immerhin erkannte ich, dass es sich um eine Differentialgleichung handelt, weil da viele  $d$  standen, und das ist immer ein untrügliches Zeichen für eine Differentialgleichung.



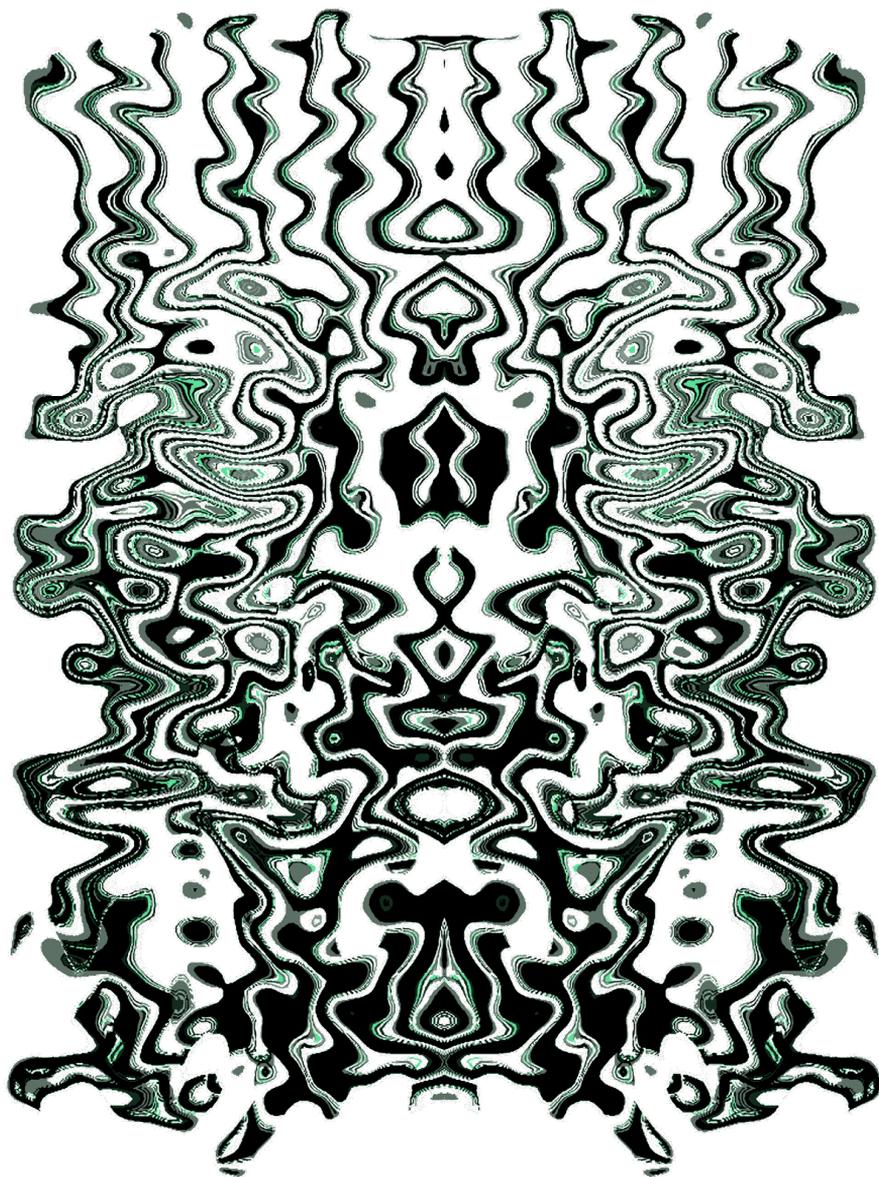
Natürlich sah ich dann auch Dorota Grabowska, aufgewachsen in einer polnischen Gemeinde in Colorado, ich sah den ganz normalen Schreibtisch mit zwei Bildschirmen und einer Menge Zettel und Kaffeetassen. Dorotas Spezialgebiet ist die Erforschung der Chiralität der schwachen Wechselwirkung (radioaktiver Zerfall). Nicht gerade ein Party-Thema, aber dennoch hochinteressant, denn ohne den radioaktiven Zerfall, eine Form der Verwandlung, wäre Leben nicht möglich.

Wenn man sich – dies nur nebenbei gesagt – mit den Teilchen beschäftigt, die bei den genannten Wechselwirkungen eine Rolle spielen und aus denen unsere Körper bestehen, den Quarks und Elektronen, beginnt man sie mit der Zeit zu mögen. Denn sie sind lebendiger als vieles, das aus ihnen besteht. Ein Backstein beispielsweise ist ein recht dumpfes und uninteressantes Ding. Doch wenn man tiefer in ihn hineinblickt, sieht man eine vor Aktivität schier berstende Wolke von Elementarteilchen, deren Emsigkeit die jedes Ameisenvolks bei weitem übertrifft. Ich fragte später Paolo Brambilla, einen Physiker, der in einer kleinen Sternwarte in Brasilien gelandet ist (dazu später mehr), ob er Elektronen möge. Er sagte, das habe er sich noch nie überlegt, aber jetzt sei er erstaunt, dass er sagen würde: Ja. Emotional fast noch stärker berühren mich persönlich die Up-Quarks und Down-Quarks, die zusammen mit den Elektronen alle Atome der uns bekannten Materie bilden. Die Quarks haben ein geniales System entwickelt, um die Aktivitätspflicht, die in der Natur besteht (alles *muss* sich bewegen) zu erfüllen, ohne sich durch die Bewegung zu verändern: Die Quarks möchten so bleiben, wie sie sind, und führen eine Art Schein-Veränderung durch. Dadurch, dass sie unter dem Strich so bleiben, wie sie sind, kann sich feste Materie bilden – man sieht, ich werbe hier für Sympathie für die Quarks, wir alle haben ihnen viel zu verdanken.

Doch diese Beschreibung der Quarks ist natürlich unmathematisch, Dorota würde es nicht goutieren. In der Physik geht es darum, das Verhalten von Quarks und Elektronen mathematisch zu beschreiben, um zu einer Sichtweise zu gelangen, die nicht von menschlichen Wünschen geprägt ist. Dass es in den Gleichungen

keinen Term gibt für «möchten so bleiben, wie sie sind», ist gleichwohl in gewisser Weise der Grund, weshalb ich im Cern nichts gesehen habe.

Ich muss vielleicht erwähnen, dass ich nach vielen Monaten intensiver Beschäftigung mit Physik eines Tages ein religiöses Erlebnis hatte. In der U-Bahn setzten sich auf der Bank mir gegenüber zwei Männer hin, von denen die Drogen kaum noch etwas übriggelassen hatten. Sie verströmten einen Geruch, der zwei Frauen auf derselben Bank dazu veranlasste, den Sitzplatz zu wechseln. Die menschliche Distanz zwischen diesen Männern und den anderen Fahrgästen hätte nicht grösser sein können, jeder, auch ich, wünschte sich, sie wären nicht da. In diesem Moment fiel mir ein, dass es auf der elementaren Stufe der Realität keinerlei Distanz zwischen diesen Männern und mir gab. Sie bestanden aus den flirrenden Wolken der Elektronen und Quarks. Und da alles andere – die Plastiksitze, auf denen sie sassen, die anderen Fahrgäste, ich, der Waggon – ebenfalls aus denselben drei Teilchenarten bestand, liess sich gar nicht sagen, welche Teilchen *diese Männer*, welche *ich* und welche *das Bahnabteil* waren. Es existierten hier keine einzelnen Objekte, sondern einzig ein Ganzes, ein homogenes, aber komplexes Bewegungsgeflecht, welches in einem wilden, energetischen Tanz auf und ab wogte und illuminiert wurde von Myriaden von Lichtteilchen, die zwischen den Elektronen und Quarks hin und her flitzen. Und all diese Teilchen waren – ich werde es jetzt so ausdrücken, obwohl es zutiefst unwissenschaftlich ist – absolut rein. An ihnen haftete keinerlei Erinnerung, keinerlei Leid, keinerlei Freude: Es gab auf dieser Ebene keine schmutzigen Spritzen, keine Messerstechereien, aber auch keine braven Schriftsteller, keine Gemälde von Vermeer oder Musik von Bach. Damals in der U-Bahn glaubte ich zu verstehen, dass wir alle auf der elementaren Ebene einfach nur existieren als die Energie, die von den Elektronen und Quarks verkörpert wird, und nichts, was wir tun, wird auf dieser Ebene gespeichert: Die pure Existenz hat kein Gedächtnis. Und sie hat keine Grenze, so dass die unappetitlichen Männer und ich ununterscheidbar waren: Same stuff, same energy.



Szenenwechsel: André David Mendes arbeitet am Cern als Experimentalphysiker, und um zu verdeutlichen, dass es zwei Arten von Physikern gibt, zeigte er mir ein Foto von einem Leuchtturm, vor dem sich eine 30-Meter-Wasserwelle auftürmt. Die Theoretiker

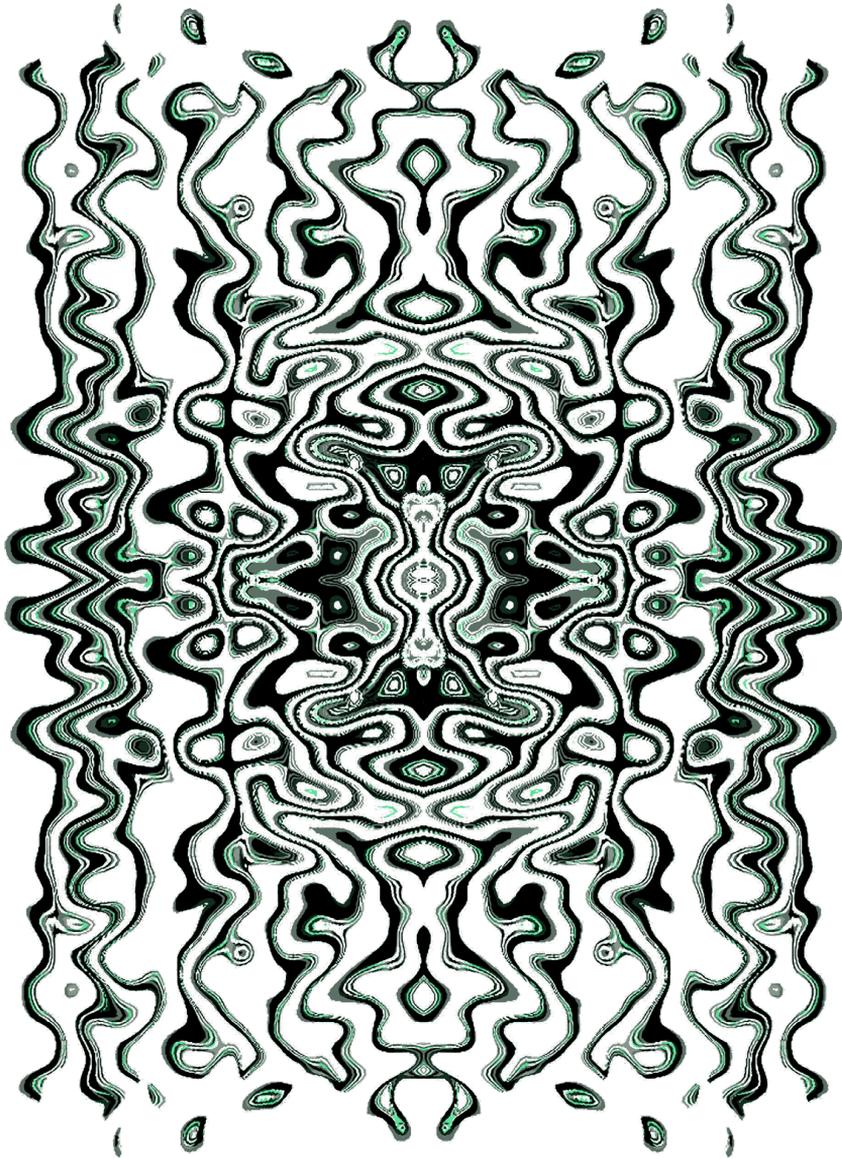
sitzen im Leuchtturm, ihre Arbeit ist getan: Sie haben berechnet, wie hoch die Welle maximal aufläuft und ob der Leuchtturm das aushält. Die Experimentalphysiker hingegen reiten auf dem Wellenkamm, um zu überprüfen, ob die Natur tut, was die Theoretiker prognostiziert haben. Ganz oben auf der Welle zu sein, entspricht dem Selbstverständnis von Physiker Mendes als Richter über Theorie und Wirklichkeit. Am Ende des Tages sind es die Experimentatoren, die über das Überleben oder Untergehen einer Theorie entscheiden. Aber wenn die Theorie überlebt, weil ihre Prognosen experimentell nachgewiesen wurden, steht nicht der Name der Experimentatoren in der Zeitung, sondern jener der Theoretiker. Alle Begründer der modernen Physik waren Theoretiker, James Clerk Maxwell, Max Planck, Albert Einstein, Niels Bohr, Werner Heisenberg, Erwin Schrödinger – nur Ernest Rutherford, als Entdecker des Atomkerns, war ein Experimentalphysiker (und er war auf Theoretiker schlecht zu sprechen).

Mendes muss sich also mit der stillen Genugtuung begnügen, dass es letztlich Leute wie er sind, die unter anderem den fortwährenden Fluss der Geldströme garantieren, die das Cern am Leben erhalten.

Das führt uns zurück zu meinem religiösen Erlebnis: Für eine persönliche, sozio-spirituelle Erkenntnis, selbst wenn sie auf der Quantenfeldtheorie beruht, bezahlen die Mitgliedstaaten des Cern natürlich keine Milliarde jährlich. Zu Recht interessiert es die Geldgeber nicht, ob mir die experimentell gesicherte Tatsache, dass alle Materie ein grenzenloses Ganzes bildet, dazu verholpen hat, zwei Junkies nicht mehr zu verachten. Sondern gesucht wird, aus Sicht der Geberstaaten, am Cern natürlich nicht nur eine neue Erkenntnis über das Universum, sondern anwendbares Wissen, das die Entwicklung neuer Technologien ermöglicht, also neue Produkte.

Diesseits von *to go where no man has gone before* ist Physik ganz unromantisch auch einfach ein Billionen-Geschäft. Während man früher mit der Entdeckung und Plünderung fremder Länder reich wurde, sind spätestens seit Mitte des 19. Jahrhunderts die

physikalischen Entdeckungen die Goldgrube. Namentlich sind es drei Entdeckungen, auf denen die moderne Physik beruht: der Elektromagnetismus, die Relativitätstheorien und die Quantentheorie. Sie alle sind grossartige Leistungen menschlicher Intuition und Vorstellungskraft, es sind im Grunde Kunstwerke, die nicht die menschliche Gefühlswelt beschreiben, sondern die Realitäten des Universums. Sie sind «anwendbar» und besitzen einen immensen ökonomischen Wert. Alle elektronischen Alltagsgeräte sind praktische Anwendungen der drei genannten Theorien. Computer, Handys, Navigationsgeräte, Fernseher: Dahinter stecken Gleichungen, die die Wirklichkeit zwar nur annähernd, aber durchaus genügend gut beschreiben, um damit funktionierende Apparate herstellen und verkaufen zu können. Damit ist ein inzwischen gar nicht mehr bezifferbar hoher Gewinn erwirtschaftet worden. Die Schöpfer dieser Wertschöpfung – es ist interessant, sich das bildlich vorzustellen –, Maxwell, Planck, Einstein, Heisenberg, Pauli, Schrödinger und andere, sassen damals allein an ihrem Schreibtisch, zerbrachen sich in stillen Nächten den Kopf über das Verhalten von Elektronen und Photonen. Die Gleichungen, die sie in ihre Notizbücher schrieben, führten später zum Internet, zum GPS, zu Lasern – *you name it!* Die theoretische Physik hat in den vergangenen 150 Jahren einen astronomischen Umsatz generiert und Abermillionen Arbeitsplätze geschaffen – die Physik ist das Fundament unserer technischen Zivilisation. Und nun hofft man natürlich, dass sich diese Erfolgsgeschichte der Physik fortsetzt und es zu neuen verwertbaren Entdeckungen kommt, etwa im Zusammenhang mit der Gravitation, nach deren hypothetischen Teilchen, den Gravitonen, im Cern gesucht wird wie nach dem Gold von El Dorado.



Nach einem anderen hypothetischen Teilchen, dem Axion, sucht André David Mendes' Projektgruppe, und man kann ihn und seine Kolleginnen durchaus mit Goldgräbern vergleichen, die in den tiefsten Schichten des Kosmos schürfen, nur eben nicht mit einer

Goldwaschpfanne, sondern mit einem 21 Meter langen Detektor. Mit ihm gräbt man nach Teilchen, deren Existenz zunächst rein hypothetisch ist, bis vielleicht eines Tages mit viel Glück in den immensen Daten-Schlacken der Experimente plötzlich ein neuartiges Teilchen auffunkelt, wie ein glänzendes Nugget im Flussschlamm. Zuletzt geschah dies 2012, als das Higgs-Boson zutage gefördert wurde. Die Presse nannte es «das Gottesteilchen», und in dieser Logik wäre Gott also ein skalares Feld, das sich durch das gesamte Universum erstreckt und ausschliesslich damit beschäftigt ist, den anderen Teilchen ihre Masse zu verleihen – und zwar auch an Sonn- und Feiertagen. Die philosophische Bedeutung des Higgs-Bosons ist enorm, da es ein Beweis für die Theorie ist, wonach die fundamentalen Bestandteile des Universums sogenannte Felder sind, die man sich wie die Oberfläche eines Sees vorstellen kann, nur ohne See und ohne Oberfläche. Doch wie auch immer: Wenn man einmal nur stur und dumm aufs Geld schaut, sieht die Rechnung des Cern so aus: 4 Milliarden Baukosten des Large Hadron Colliders + jährliche Betriebskosten von zirka einer Milliarde Euro = 1 neues Teilchen in 21 Jahren Betrieb. Und zwar eines, dessen Nutzen für konkrete Anwendungen vorerst gleich null ist.

Als ich André David Mendes vorsichtig darauf hinwies, antwortete er, in den Medien herrsche eine übertriebene Erwartungshaltung gegenüber dem Cern: Wann entdeckt ihr dies, wann entdeckt ihr endlich das? Sicherlich hat er recht, einerseits. Aber andererseits steckt das Cern ziemlich tief im Obstgarten-Problem, wie ich es nenne. Besser gesagt: Nicht nur das Cern, wir alle stecken darin.

Auf den Begriff des Obstgarten-Problems kam ich nach meinem Gespräch mit der theoretischen Physikerin Sabine Hossenfelder. Vor einigen Jahren stiess ich auf Youtube zufällig auf eines ihrer frühen Videos über Physik. Sie sprach damals noch zu Hause vor einer weissen Wand über irgendein sehr kompliziertes Problem mit vielen  $\Delta$  und  $\Psi$ , und irgendwann zwischen  $\Delta$  und  $\Psi$  hörte man im Hintergrund das charakteristische Atmen eines kleinen Kindes mit offenem Mund. Hossenfelder war sich dieses Kontrastes zwischen

der hohen Mathematik und der Liebe ihres Kindes zu Mama bewusst und lachte kurz, bevor sie über  $\Delta$  weitersprach. Sie machte mich auf etwas aufmerksam, was mir selber mal wieder nicht aufgefallen war: eben das Obstgarten-Problem. Es betrifft in unserer Zeit viele Menschen, egal welchen Beruf sie ausüben, und kurz zusammengefasst lautet es: Es war immer schon einer vor dir da.

Nehmen wir, als Beispiel, Shakespeare oder Goethe. Als der eine den *King Lear* und der andere den *Faust* schrieb, gab es noch keinen Shakespeare oder Goethe. Das war ein grosser Vorteil für die beiden. Es gab zwar schon Homer, Dante, aber die Liste war kurz. Denn 90% der Bevölkerung zu Lebzeiten Shakespeares und erst recht zuvor waren Analphabeten. Die *konnten* gar nicht schreiben, selbst wenn sie die Begabung zum Dichten gehabt hätten. Shakespeare und Goethe waren so gesehen einfache Leute, die lesen und schreiben konnten *und* eine Begabung besaßen. Sie gehörten einfach zu den Ersten, die über menschliche Schicksale überhaupt schreiben *konnten*. Und da es kaum Autoren gab, die so etwas vor ihnen je gemacht hatten, wirkten ihre Geschichten über Liebe, Hass, Verrat etc. auf ihre Zeitgenossen wie etwas genial Neues. Es war auch neu, aber weil es neu war, war es eben auch verhältnismässig leicht, darüber in neuartiger Manier zu schreiben.

Bezogen auf die zeitgenössische Physik, in der sich seit fast 50 Jahren nichts wirklich fundamental Neues mehr ereignet hat, sagte Sabine Hossenfelder mit der ihr eigenen Direktheit: «Das liegt daran, dass die einfachen Dinge schon gemacht wurden.» Mit «einfach» meint sie nichts Geringeres als die Relativitätstheorie und die Quantenmechanik. Natürlich sind nicht diese Theorien selbst einfach. Sondern es war in der Zeit ihrer Entstehung, vor rund 100 Jahren, relativ einfach zu erkennen, dass etwas nicht stimmen konnte mit den damaligen Vorstellungen über Gravitation und den Aufbau der Atome. Einstein, Heisenberg und die anderen Genies jener Epoche lebten zur richtigen Zeit, in der bahnbrechende Erkenntnisse förmlich entdeckt werden *mussten*: Die richtige Zeit macht das Genie. Ganz bestimmt finden sich auch unter den Tausenden von Physikern, die im Umfeld des Cern arbeiten, einige

Genies – aber sie arbeiten unter den Bedingungen eines abgeernteten Obstgartens. Die reifsten Äpfel und dicksten, süssesten Zwetschgen wurden längst von Vorgängern gepflückt. Nach Jahrzehnten intensiver Beschäftigung mit Relativitäts- und Quantentheorien sind diese gewissermassen leergedacht, und obwohl feststeht, dass sie keine vollständige Beschreibung der Natur sein können, funktionieren sie geradezu entmutigend gut. So gut, dass prinzipiell selbst ein Genie vielleicht gar nicht mehr in der Lage ist, zu erkennen, wo genau in diesen Theorien der Wurm steckt. Womöglich übersteigt das prinzipiell die menschliche Erkenntnisfähigkeit. In unserer Obstgarten-Analogie streifen also in diesem Moment Tausende hochbegabter Physikerinnen durch die abgeernteten Haine und suchen nach der letzten, winzigen Frucht, die hoch oben im Blätterwerk noch irgendwo hängen mag – oder auch nicht.

Aus dieser Situation heraus sind in den vergangenen Jahrzehnten etliche neue Theorien entstanden, namentlich die Stringtheorie, bei deren Weiterentwicklung sich inzwischen Generationen von Physikern und Physikerinnen verausgabt haben, darunter unser Paolo Brambilla. Ich erwähnte bereits, dass er, aus einem italienischen Küstendorf stammend, nun in einer kleinen Sternwarte in Brasilien gelandet ist. Man kann ruhig sagen, dass er karrieremässig abgerutscht ist, denn gerade als er sich nach dem Studium auf die Stringtheorie spezialisierte, geriet diese in eine Erschöpfungskrise. 40 Jahre lang waren Ströme von Forschungsgeldern in diese Theorie gepumpt worden wie Wasser in die Sandkanäle einer libyschen Oase. Der Unterschied ist: Libysche Oasen sind erfolgreicher.

Die Stringtheorie entzieht sich weitgehend der experimentellen Überprüfung, so dass man ihr nicht einmal nachweisen kann, dass sie falsch ist – das ist das Schlimmste, das einer physikalischen Theorie passieren kann. Folglich stirbt sie gerade. Paolo Brambilla hat also aufs falsche Pferd gesetzt und steckt nun mit all seiner Intelligenz in einer Sternwarte fest, wo er mit Ingenieursarbeiten betraut ist. Es hat bei ihm zwar auch persönliche Gründe, wieder

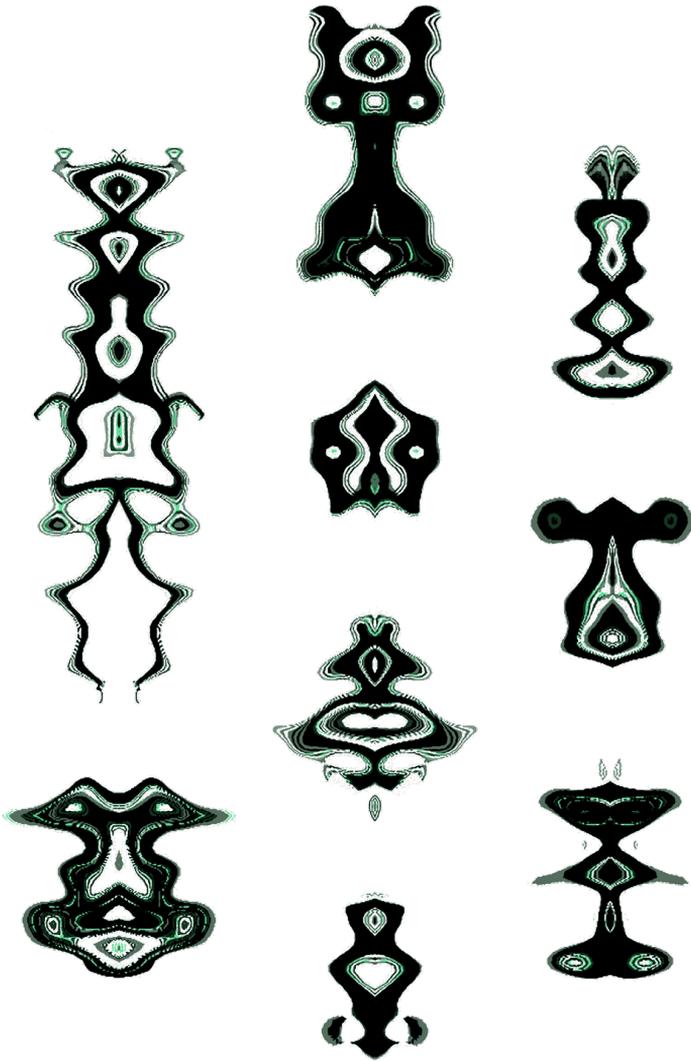
einmal die Liebe, aber sein Fall ist trotzdem symptomatisch. Denn *alle* Physiker leben gegenwärtig in einer Zeit, in der ihr Talent sich nur kleinräumig entfalten kann, sozusagen im Bereich der achten Nachkommastelle einer längst bekannten Gleichung. Als ich im Cern war, habe ich nichts gesehen, weil sich die in Projektgruppen gebündelte Intelligenz grossartiger Wissenschaftler über die faktische Winzigkeit der untersuchten Elementarteilchen hinaus in *zwangsläufig* winzig gewordene Bereiche ergiesst, eben weil das Grosse bereits gemacht worden ist.

Die auf kleinstem Raum konzentrierte Energie im Beschleunigerring des Cern ist also eigentlich eine Metapher für die Konzentration von ebenso viel Geisteskraft auf einen Punkt ohne Ausdehnung. Gebannt starrt man im Cern auf diesen Punkt, und da in ihm aber partout nichts Neues mehr auffindbar ist, wünscht man sich den Bau eines noch leistungsfähigeren Beschleunigers, mit dem man sich noch vollständiger in dem Punkt ohne Ausdehnung verlieren könnte. Aussenstehenden drängt sich unweigerlich die Ahnung auf, dass die grosse neue Entdeckung, auf die man im Cern hofft, eben gerade nicht in einem Teilchenbeschleuniger gemacht werden wird. Es scheint, um Fortschritte zu machen, gar nicht so sehr an Wissen zu fehlen, sondern an einem tieferen Verständnis dieses Wissens.

Richard Feynman, einer meiner Physik-Helden, sagte einmal, er könne mit Sicherheit sagen, dass niemand die Quantentheorie verstehe. Dass er möglicherweise meinte, niemand ausser ihm, ändert nichts daran, dass heute, 30 Jahre nach Feynmans Tod, immer noch kein ernstzunehmender Physiker behauptet, er verstehe die Vorgänge in der Quantenwelt. In gewissen Fällen ist eben *zusätzliches* Wissen erforderlich, um bereits vorhandenes Wissen zu verstehen.

Hierzu ein kleines Gedankenspiel, das davon ausgeht, dass Astronomen der Universität Lüttich 2016 entdeckten, dass das 40 Lichtjahre entfernte Planetensystem Trappist-1 über drei erdähnliche Planeten verfügt. Die Nasa entdeckte später noch vier weitere, von denen unter anderem Trappist-1E in der habitablen

Zone seiner Sonne liegt.



Nehmen wir nun einmal an, dass auf Trappist-1E intelligentes Leben entstanden ist, also auch Physiker. Sie erforschen, wie unsere

Wissenschaftler, den Weltraum und stehen vor einem grossen Rätsel: Es gibt nämlich, wie sie vor vielen Jahren herausgefunden haben, im Universum ein elektromagnetisches Phänomen, das sie in der poetischen Ausdrucksweise, die den Physikerinnen des gesamten Kosmos eigen ist, «Elektrodifferenzielles Gruppenrauschen» nennen. Dieses besteht im Wesentlichen aus kurzen und langen elektromagnetischen Impulsen. Ein Beispiel für eine solche Abfolge ist , also kurz – lang – lang.

Doch warum stehen die Wissenschaftler von Trappist-1E vor einem Rätsel?

Weil sie natürlich das Gruppenrauschen jahrzehntelang analysiert und herausgefunden haben, dass es aus Basisgruppen besteht und dass die zehn am häufigsten vorkommenden Basisgruppen in absteigender Reihenfolge immer weniger Kurzimpulse und immer mehr Langimpulse enthalten. Das wird das «Basisgruppen-Prinzip» genannt. Dann jedoch machte der geniale trappistische Physiker Zwork die bahnbrechende Entdeckung, dass die Basisgruppen grössere Einheiten bilden, die sogenannten «Grösseren Elektrodifferenziellen Gruppenrauschen-Einheiten», kurz GE2. Eine solche GE2 sieht zum Beispiel so aus: . Das Problem ist nur, dass die GE2-Theorie gegen das Basisgruppen-Prinzip verstösst und umgekehrt. Das ist das grosse Rätsel auf Trappist-1E: Beide Theorien stimmen in sich, sind aber miteinander unvereinbar.

Genau zu diesem Schluss kämen ausserirdische Wissenschaftler, wenn ihre Radioteleskope Morsesignale von der Erde empfangen würden. Beim Morsecode in deutscher und englischer Sprache enthalten die 10 Buchstaben umso mehr kurze Signale, je häufiger sie sind. Aber in den häufigsten «Wörtern» kommen die häufigsten Buchstaben nicht auch am häufigsten vor. Dieses physikalische Rätsel ist für die Physikerinnen von Trappist-1E grundsätzlich unlösbar. Zwar haben sie die Strukturen des Morsecodes auf brillante Weise vollständig analysiert. Aber ein Code ist eine Information, zu deren Verständnis man eine *zusätzliche* Information benötigt, die in der codierten Information selbst nicht enthalten ist.

Das bedeutet: Selbst durch die sorgfältigste wissenschaftliche Analyse des Morsecodes wird man über ein strukturelles Wissen über ihn nicht hinauskommen, denn seine eigentliche Bedeutung ist gar nicht in ihm selbst enthalten und entzieht sich der experimentellen Beobachtung.

Ich behaupte nun nicht, dass genau das die Sackgasse ist, in der sich gegenwärtig die Physik auf unserem Planeten befindet. Aber alle Physiker und Physikerinnen, mit denen ich gesprochen habe, sei es am Cern oder an anderen Instituten, vermuten, dass wir an einem entscheidenden, vielleicht historischen Punkt der Geschichte der Physik stehen: Wir haben zwei funktionierende Theorien, die Antworten geben auf die Frage nach der Ursache der Existenz des Universums und folglich unserer – aber etwas kann mit diesen Theorien nicht stimmen. Etwas scheint zu fehlen. Wir sehen  $\text{e}^+ \text{e}^-$   $\text{e}^+ \text{e}^-$ , und obwohl unsere Theorien über die Struktur von  $\text{e}^+ \text{e}^-$   $\text{e}^+ \text{e}^-$  stimmen, wissen wir nicht, was  $\text{e}^+ \text{e}^-$   $\text{e}^+ \text{e}^-$  eigentlich bedeutet. Im Beschleunigerring des Cern wird versucht, mit der auf weniger als Haaredünne gebündelten Energie, die dem eines Hochgeschwindigkeitszugs bei 200 km/h entspricht,  $\text{e}^+ \text{e}^-$  in noch kleinere Bestandteile zu zertrümmern, in der Hoffnung, dadurch ein  $\text{e}^+$  oder  $\text{e}^-$  zu entdecken. Doch selbst wenn wir ein  $\cdot$  finden würden, würde uns das vom Verständnis dessen, was  $\text{e}^+ \text{e}^-$   $\text{e}^+ \text{e}^-$  bedeutet, nur noch weiter wegführen.

Die hoffnungsvollen jungen Physiker und Physikerinnen des Cern stehen in der Tradition einer vollständig mathematisierten Naturbetrachtung, in der philosophische Interpretationen gar nicht formuliert werden können und folglich konsequent ausgeklammert werden. Allenfalls beim Glas Wein am Abend erlaubt man sich Fragen wie die, ob das Universum eine «*What you see is what you get*»-Information ist oder nicht vielleicht doch ein Code. Ob also ein Elektron das ist, was wir darüber wissen, ein physikalisches Objekt mit Masse, Impuls, Eigendrehung und elektrischer Ladung, oder ob es ein  $\text{e}^+$  im Code  $\text{e}^+ \text{e}^-$   $\text{e}^+ \text{e}^-$  ist, der eine völlig andere Bedeutung hat als seine Bestandteile. Ist das Universum also Information oder ein Code?

«Das ist eine unpräzise Frage», sagte Paolo Brambilla, als ich ihn darauf ansprach. Auch André David Mendes mochte darauf nicht so recht antworten. Also formulierte ich die Frage um und stellte sie Sabine Hossenfelder und Ernst Peter Fischer, der nicht einer, sondern *der* Wissenschaftshistoriker Deutschlands ist. Die Frage lautete nun: Gibt es im Universum überhaupt irgendwo die Information, die die Antwort auf die Fragen enthält, die uns bewegen? Warum entstand das Universum, was ist ein Elektron, was ist der Mensch – und ja, auch das: Ist der Tod das Ende? Gibt es also irgendwo eine Information, die, wenn man sie kennen würde, diese Fragen beantworten könnte?

Sabine Hossenfelder sagte, dass es vermutlich tatsächlich Fragen gebe, und zwar nicht spirituelle, sondern wissenschaftliche, auf die wir nie eine Antwort erhalten werden, weil es eine solche gar nicht gebe. Wüsste man, welche Fragen das sind, könnte man in der Forschung eine Menge Zeit und Geld sparen. Hossenfelder machte kein Geheimnis daraus, dass ihrer Meinung nach zumindest einige Fragen dieser hoffnungslosen Art im Cern gestellt werden.

Ernst Peter Fischer wiederum antwortete mit Novalis: In einem seiner Stücke wird gefragt, wohin der Weg des Menschen führe. «Wo gehen wir denn hin?» – «Immer nach Hause.» Das müsste dann auch für das Universum gelten. Denn im Grunde kann man alles, was die Physik in den vergangenen 150 Jahren herausgefunden hat, so zusammenfassen: Auf der fundamentalsten Ebene ist alles, was existiert, dasselbe. Das Universum sind *wir alle*, und das ist nicht esoterisch gemeint, sondern ergibt sich aus den Gleichungen der Quantenfeldtheorie. Oder, wie Paolo Brambilla es ausdrückte: «Aus dem Universum ist noch keiner verschwunden.»

---

## Was zum Teufel ist ein Quantenfeld?

Einst sagte der Physiker Sean Carroll: «You think the world is made of atoms. That's where physicists stopped to tell you the truth.» Die Wahrheit ist – man darf fast von einer Wahrheit sprechen, denn die Quantenfeldtheorie ist die experimentell am besten bestätigte Theorie der Wissenschaftsgeschichte –, dass das Universum aus «Feldern» besteht. Wie etwa jenes, das bei der gleichpoligen Annäherung von zwei Magneten spürbar wird. Dieses magnetische Feld besteht selbst aus – nichts! Es erzeugt aber wechselwirkend mit anderen Feldern «Schwingungen», ähnlich wie Wellen. Diese «Schwingungen» *sind* Teilchen wie Elektronen, Quarks und weitere. Wir bestehen also nicht aus Atomen, sondern aus komplexen «Schwingungen», die wiederum aus – nichts bestehen. Philosophische Konsequenz: Jede Welle auf einem See ist zwar einzigartig, aber wenn sie bei Windstille verebbt, ist es sinnlos zu fragen, wo die Welle jetzt ist.

## Warum es das Nichts nicht geben kann

Warum gibt es überhaupt *etwas* und nicht *nichts*? Die scheinbar einfache logische Antwort: Gäbe es das Nichts, und wäre es unveränderlich, so würde es uns nicht geben. Da es uns gibt, ist das Nichts entweder grundsätzlich unmöglich, oder es ist instabil. Aber stimmt das? Ein Experiment liefert die Antwort: Legen wir 10 Biskuits auf einen Tisch und stellen uns vor, sie seien das Universum mit all seiner Materie/Energie. Nun essen wir alle, bis nur noch 0 auf dem Tisch liegen. Die Zahl 0 repräsentiert das Nichts. Die Gleichung dazu:  $10 \text{ minus } 10 \text{ gleich } 0$ . Das Nichts setzt sich also aus +10 Biskuits und -10 Biskuits zusammen. Anders gesagt: Das Nichts und das Etwas halten sich die Waage. Es gibt Hinweise darauf, dass wir in genau einem solchen Universum, dessen Gesamtenergie 0 beträgt, leben. «Positive» Energie (Materie/Energie) und «negative» Energie (Gravitation) gleichen sich möglicherweise exakt aus. Das ist zwar unter Physikern keineswegs unumstritten, weil wir ja die Gesamtenergie des Universums nur sehr (!) annähernd kennen. Aber die Vorstellung, dass die Frage, warum es *etwas* gibt und nicht *nichts*,

zu einer Sowohl-als-auch-Antwort führt, hat etwas überzeugend Einfaches.

### **Autor**

Linus Reichlin taucht seit vielen Jahren tief in die grossen Fragen der Physik ein. Sein Roman *Die Sehnsucht der Atome* – er enthält «quantenphilosophische» Exkurse – wurde 2010 als Wissenschaftsbuch des Jahres ausgezeichnet. Linus Reichlin lebt in Berlin.

---