

Paralleluniversen – das Haar in der Suppe

Für Science Fiction sind sie ebenso unverzichtbar wie für einige durchaus seriöse kosmologische Theorien: die Paralleluniversen. Für gewöhnlich eint die unterschiedlichen Modelle die Vorstellung, die Universen würden wie Blasen in der Suppe eines höherdimensionalen Multiversums brodeln. In dieser Suppe schwimmen aber leider auch ein paar ärgerliche Haare: Diese Theorie leidet unter dem erheblichen Makel, dass es keine Möglichkeit gibt, sie zu beweisen – alles, was außerhalb der drei Dimensionen liegt, in die wir gewissermaßen „eingesperrt“ sind, kann von uns grundsätzlich nicht wahrgenommen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass kein noch so raffiniertes Experiment bisher den winzigsten Hinweis auf die Existenz zusätzlicher Dimensionen lieferte.

Abhaken das Thema?

Keineswegs! Auch drei Dimensionen bieten möglicherweise ausreichend Platz für zahllose Universen.

Aristoteles wird der Satz zugeschrieben, zwei Körper könnten nicht am selben Ort sein. Jahrtausende lang galt dieses Axiom als einer der unumstößlichen Grundpfeiler der Physik. Doch insbesondere die letzten 200 Jahre beschehrten uns wissenschaftliche Erkenntnisse, die vermeintlich fundamentale, ewige oder unumstößliche Weisheiten auf den Rang bisweilen genialer, aber ganze Forschergenerationen in Sackgassen leitender Irrtümer herabstufen.

Mit aristotelischen Weisheiten ist das so eine Sache: Der Mann hat ziemlich viel Quark in die Welt gesetzt, und dass das europäische Mittelalter in Sachen Naturwissenschaften ein Totalausfall war, liegt ganz wesentlich auch daran, dass die päpstlichen Dogmatiker einzig und allein die Lehren des Aristoteles als religionskompatibel akzeptierten und Ketzer gerne auf offenem Feuer rösten ließen.

Unsere Alltagserfahrung bestätigt jedoch das aristotelische Axiom: Ob morgens in der U-Bahn oder auf den Hauptverkehrsstraßen, ob anlässlich der Kollision zwischen Kopf und Toilettentür beim nächtlichen Entsorgungsgang, oder beim Klassiker schlechthin, dem Hammer, der statt des Nagels den Finger trifft – es ist ärgerlich und obendrein oft schmerzhaft, aber wahr, dass zwei Körper nicht am selben Ort sein können. Niemand würde auf die Idee kommen, dieses Axiom zu hinterfragen. Dabei lohnt es sich immer, vermeintlich unumstößliche Tatsachen und Wahrheiten in Frage zu stellen!

Wissen ist Silber, Zweifeln ist Gold

Also stellen wir uns mal ganz dumm und fragen: Warum können zwei Körper nicht am selben Ort sein? Die meisten Leute werden kopfschüttelnd antworten: „Das weiß doch jedes Kind, dass das nicht geht.“ Das ist richtig: Das weiß jedes Kind. Jedes Kind weiß aber auch, dass zu Ostern ein Hase kommt und bunte Eier im Gras versteckt. Mit dieser Antwort können wir uns also beim besten Willen nicht zufrieden geben.

„Weil feste Körper einander nicht durchdringen können.“ antworten manche, die etwas nachgedacht haben. Diese Antwort weist uns einen interessanten Weg. Implizit sagt sie uns nämlich zusätzlich, dass Flüssigkeiten und Gase einander durchaus durchdringen können. Woran liegt das? Alle drei Aggregatzustände der Materie (den vierten und fünften – das Plasma und das Bose-Einstein-Kondensat - lassen wir hier aus Gründen der Einfachheit unberücksichtigt) bestehen aus Atomen und Molekülen. Und wenn wir uns die kristalline, amorphe oder wie auch immer beschaffene Struktur eines „Körpers“ unter einem ausreichend hoch auflösenden Mikroskop ansehen könnten, würden wir mit Befremden feststellen, dass er größtenteils aus – NICHTS besteht... Die Leerräume zwischen den Atomen sind so riesig, dass man normalerweise eine Bratwurst durch einen Mann hindurchwerfen könnte, ohne dass auch nur ein einziges Mal zwei Atome aufeinander klatschen. Aber wenn wir es einfach mal ausprobieren, dreht der Kerl sich um und demonstriert uns, dass eine Faust zumindest einige Zentimeter in eine Nase eindringen kann. Wenigstens wird es sich so anfühlen.

Die Erklärung finden wir in der wunderbaren Welt der Kräfte und Felder. Was beim Versuch, eine Bratwurst durch einen Mann zu werfen, aufeinanderprallt, sind nicht substanzielle Partikeln in Gestalt kleiner massiver Teilchen, sondern Felder. Die physikalische Wirklichkeit besteht zu neunundneunzig Komma ziemlich wenig Prozent aus Feldern – und woraus der kümmerliche Rest besteht, ist eine vorläufig noch unbeantwortete Frage.

Tauchfahrt in die Leere

Begeben wir uns mit dem „Planck-Diver“ auf einen virtuellen Tauchgang in die Tiefen des Mikrokosmos. Dieses raffinierte, mit einem Unbestimmtheits-Kompensator ausgerüstete Tauchboot besitzt die äußerst nützliche Eigenschaft, mit zunehmender Tauchtiefe zu schrumpfen, sich dem Maßstab der jeweiligen Realitätsebene anzupassen. Luke zu, Sehrohr rein und tauchen, tauchen, tauchen!

Was wir aus der Ferne als ein Kristallgitter erkennen, wird zu einem sich unendlich dehrenden leeren Raum, als wir uns einem Atom nähern – die anderen Atome des Kristalls sind nicht mehr zu erkennen, so weit sind sie alle voneinander entfernt. Aber das Bild des Atoms auf unsrem Navigationscreen wird nun nicht etwa schärfer. Im Gegenteil, es verschwimmt zu einem neblig-wolkigen Gebilde, das sich zudem vor unseren Augen aufzulösen scheint: Wir nähern uns dem äußersten Elektronen-Orbital und durchstoßen es. Zack – da flitzt etwas Winziges an uns vorbei. Könnte ein Elektron des Orbitals gewesen sein. Dann umgibt uns wieder dunkles Nichts.

Je nach Element des Periodensystems wiederholt sich dieser Vorgang einige Male. Haben wir dann endlich das letzte Orbital hinter uns, müssen wir uns mit einem Blick auf die Koordinatenanzeige vergewissern, uns nicht verirrt zu haben. Denn wir sehen NICHTS. Aber als naturwissenschaftlich gebildete Menschen wissen wir, dass da etwa geradeaus der Atomkern liegen muss, und tauchen unverdrossen weiter. Kaum schält sich ein winziges Pünktchen aus der Leere, verschwimmt auch dieses, je näher wir ihm kommen, und weht nebelgleich auseinander. Aber da! Ein noch kleineres Lichtlein blinkt uns an! Der Kern? Ach was! Wir befinden uns längst mittendrin. Was wir dort blinken sehen, ist ein Neutron oder Proton – umgeben von leerem Raum. Die anderen Nukleonen sind so weit entfernt, dass wir sie mit den Bordinstrumenten unseres Planck-Divers nicht mehr entdecken können.

Was nun folgt kennen wir bereits: Das Pünktchen wird größer, aber auch unschärfer, zerfließt, löst sich auf in Leere. Und wir können froh sein, von den drei Quarks, die irgendwo in dieser Leere herumgeistern, tatsächlich eines zu finden. Wo die beiden anderen gerade durchs Vakuum pulsieren, oszillieren oder vielleicht auch fluktuieren, können wir nur raten.

Da liegt es nun vor uns: Das kleinste Teilchen der Materie. Unser Planck-Diver wurde von Wellenfronten durchgeschüttelt und Feldkräften hin- und hergerissen. Der Chefnavigator hat eine Beule auf der Stirn, weil er gegen den Unbestimmtheits-Kompensator geknallt ist, als wir in das gluonische Feld eintauchten. Aber wir sind fast am Ziel. Dass es sich nicht um ein kleines glänzendes Kügelchen handelt, überrascht uns nicht mehr. Der Anblick des wie ein flackerndes Polarlicht vor uns auf und nieder wehenden Knötchens reinsten Energie ist ein wenig gespenstisch, denn uns wird bewusst, dass wir immer noch nichts gefunden haben, was man als Masse im Sinne von „Substanz“ bezeichnen könnte. Ob wir es innerhalb des Quarks finden?

Entschlossen steuern wir den Planck-Diver hinein in das wabernde Leuchten. Aber es ist zum Verzweifeln: Je mehr wir uns dem Quark nähern, desto schwächer wird das Wabern, als würde es vom Vakuum verdünnt, aufgelöst, eingesogen... Und schließlich, als wir uns eigentlich mittendrin befinden müssten, umgibt uns wieder nur erschreckende absolute Leere. Aber da! Ein kurzes fernes Aufblitzen! Wir jagen auf die Stelle zu, finden jedoch nichts. Ein weiteres Aufleuchten, ganz fern. Doch der Kurswechsel bringt keinen Erfolg. Und noch einmal. Wieder nichts. So geht das eine Weile, bis uns dämmert: Das sind Vakuumfluktuationen! Wir haben die Grenze erreicht. Hier ist nichts mehr. Das, was wir „Masse“ nennen, ist eine Illusion. Unser Universum besteht auf den untersten fundamentalen Ebenen nur aus Feldern...

Nun gut. Aber gerade deshalb müssten sich Körper doch durchdringen können! Sollte man denken.

Die Beule auf der Stirn unseres Chefnavigators erzählt uns, warum das ein Trugschluss ist. Bereits unser mit einem leistungsstarken Antrieb ausgerüsteter Planck-Diver wurde wie in einem Tornado durchgeschüttelt, wenn er die Barrieren der Felder zwischen einzelnen Teilchen durchbrach. Im makroskopischen Maßstab wirken diese Felder aufgrund der gleichartigen Polarität nicht schlechthin abstoßend, sondern undurchdringlich. Man kann sich Festkörper als Modelle aus einem Drahtgeflecht vorstellen. Den Durchmesser des Drahtes darf man beliebig klein wählen – trotzdem können z.B. zwei Kugeln aus solch einem Drahtgeflecht einander nicht durchdringen, obwohl sie fast nur aus NICHTS bestehen.

Hat Aristoteles doch Recht?

Es gibt eine Reihe von Denkansätzen, die sein Axiom in Frage stellen. Es gilt für Körper aus baryonischer Materie uneingeschränkt – aber mindestens zwei moderne Theorien postulieren die Existenz nichtbaryonischer Materie: Von Materie also, deren Teilchen, Kräfte und Felder nicht bzw. nur schwach (und zwar ausschließlich gravitativ) mit denen der baryonischen Materie wechselwirken!

Aus den Gefilden der Quantenphysik stammt die Theorie der Supersymmetrie (SUSY). Sie soll hier nicht im Detail erörtert werden. Interessenten finden zahlreiche Quellen im Web und im Buchhandel. Prinzipiell relevant für unser Thema ist die Tatsache der schwachen bzw. fehlenden Wechselwirkung: Da supersymmetrische Teilchen ausschließlich über die Gravitation wechselwirken, beschränkt sich dieses Aufeinanderwirken auf kosmologische Maßstäbe, denn im mikrokosmischen Maßstab spielt die Gravitation – die schwächste aller Kräfte! – keine Rolle. Im Klartext heißt das: Körper aus SUSY-Teilchen und solche aus baryonischer Materie könnten sehr wohl am selben Ort sein!

Während ich dieses hier schreibe, könnte demzufolge ein „SUSY-Szameit“ exakt am selben Platz im Universum vor seinem SUSY-Computer sitzen und das ganze Gegenteil in die Festplatte hämmern. Richtig? Leider nicht ganz. Da die Gravitation eines SUSY-Paralleluniversums auch in unserem baryonischen Universum wirken würde, käme unser Sonnensystem ordentlich ins Schlingern, gäbe es „am selben Ort“ ein supersymmetrisches Sonnensystem, auf dessen supersymmetrischer Erde ein supersymmetrischer Szameit vor seinem supersymmetrischen PC säße.

Zumindest für den beobachtbaren Bereich des Universums können wir die Existenz eines *echten* SUSY-Paralleluniversums ausschließen. Die Effekte wären unübersehbar.

Immerhin sind aber ähnliche Effekte im Bereich und im Maßstab von Galaxien (mit herkömmlicher Kosmologie unvereinbare Rotation) beobachtet worden und Grund für eine Gruppe von kosmologischen Theorien, die auf ein - allerdings grundlegend anders beschaffenes – Paralleluniversum hindeuten könnte: Die Rede ist von der Dunklen Materie. *Eine* von mehreren Theorien dazu postuliert Teilchen, die WIMPS genannt werden (*Weakly Interacting Massive Particles*: schwach wechselwirkende massive Teilchen) und auch nur über die Gravitation an die baryonische Materie gekoppelt sind. Als heißer Kandidat für das WIMP gilt ein SUSY-Teilchen: das Neutralino.

Diese Wimps sind jedoch nach bisherigen Erkenntnissen nicht Subkonstituenten einer hierarchisch strukturierten bzw. differenzierten alternativen Materieform, sondern lediglich wolkenartige Ansammlungen, die einzelne Galaxien wie ein ringförmiger Halo umgeben. Dabei handelt es sich demgemäß um einen gasförmigen Aggregatzustand, und Aristoteles' Axiom bleibt davon unberührt, denn es gilt nur für Festkörper.

Wir müssen uns also von der Vorstellung eines „am selben Ort“ existierenden Paralleluniversums aus Wimps oder supersymmetrischen Teilchen allein deshalb verabschieden, weil in beiden Fällen eine Kopplung über die Gravitation bestünde und beobachtbar wäre. Aber sei's drum: Selbst wenn man den Wimp-Halos den Rang eines Paralleluniversums zugestehen wollte – das wäre doch ein zum Gähnen langweiliges Universum, das uns nichts wirklich Interessantes bieten könnte.

Geht's auch ohne Schwerkraft?

Man könnte der Versuchung erliegen, sich auszumalen, wie die Situation für eine vorläufig noch unbekannte Teilchenart aussähe, die überhaupt nicht mit baryonischer Materie wechselwirkt. Also gewissermaßen Zero-G-SUSY. Das würde die Lage komplett ändern. Allerdings müsste es in diesem

Teilchenkonzept eine Alternative zur Gravitation geben, die auf die Zero-G-Teilchen ebenso oder wenigsten ähnlich wirkt wie die Schwerkraft auf Baryonen. Nur dann könnten sich kosmische Strukturen und ein echtes Paralleluniversum bilden. Klingt gut, nicht wahr?

Leider hat diese Hypothese nicht nur einen, sondern gleich drei Haken.

Erstens: Wir könnten dieses Universum nicht wahrnehmen, nicht kontaktieren, nicht erforschen – es würde für uns nicht existieren. Gegen die Unsichtbarkeit solch einer nichtwechselwirkenden Materieform wären die Neutrinos, die einen jeden von uns billionenfach pro Sekunde spurlos durchschlagen, wie eine tonnenschwere Geröll-Lawine...

Zweitens: Mit der Gravitation ist das so eine Sache. Wir setzen sie für gewöhnlich den anderen drei Grundkräften gleich und übersehen dabei allzu oft, dass sie nach Einstein rein geometrisch definiert ist. Zwar wird hier und da über ein Boson namens „Graviton“ spekuliert – aber mit der geometrischen Interpretation ist das nur schwer vereinbar. Eine naheliegende Schlussfolgerung wäre, dass Gravitation eine fundamentale Eigenschaft der Raumzeit – und nicht der Materie ist. Das aber würde wiederum bedeuten, dass alternative Materieformen in derselben Raumzeit *keine* „alternative“ Gravitation besitzen können. Möglicherweise macht uns die Entdeckung des Higgs-Teilchens in dieser Hinsicht klüger, denn das Phänomen der „Massenträgheit“ könnte darauf hinweisen, dass die Schwerkraft aus mehreren Komponenten besteht und die geometrische nur eine davon ist (ähnlich wie bei der elektromagnetischen Kraft).

Drittens: Trotz erheblicher und begründeter Zweifel gilt die Inflationstheorie immer noch als Eckpfeiler des Urknall-Modells. Ein Paralleluniversum „am selben Ort“ müsste die Inflationsphase in irgendeiner Weise beeinflusst haben. Hier stellen sich gleich mehrere Fragen: Sind beide (oder womöglich noch mehr) Universen gemeinsam aus dem Urknall entstanden? Oder ist unser Universum in ein bereits existierendes dreidimensionales (!) „hinein explodiert“? Oder ist das Paralleluniversum anders expandiert als unser sichtbares? Befindet es sich daher in einer Raumregion, die für unsere Mess- und Beobachtungstechnik/-methoden (noch) nicht erfassbar ist? Es ließen sich noch abenteuerlichere Fragen formulieren – aber das führt zu nichts.

Fazit: Ich denke, was das beobachtbare Universum betrifft, hat Aristoteles Recht. Es gibt „am selben Ort“ kein Paralleluniversum.

Ich sitze nicht auf dem Schoß eines SUSY-Szameit oder mitten in ihm drin. Aber ganz weit draußen, in den unendlichen Weiten, aus denen noch kein Lichtstrahl bis in unsere Teleskope gedrungen ist – dort gibt es vielleicht eine Region, in der Planeten aus baryonischer und solche aus nichtbaryonischer Materie in einem stabilen System um einen Doppelstern aus einer „Hellen Sonne“ und einer „Dunklen Sonne“ kreisen. Und die Baryoniker wundern sich ebenso wie die Nichtbaryoniker über die seltsamen Bahnen der für sie jeweils sichtbaren Planeten...