

SWR2 Wissen

## **Der Urknall – Ein physikalischer Mythos**

Von Uwe Springfeld

Sendung vom: Montag, 8. Februar 2022, 8:30 Uhr

Redaktion: Dirk Asendorpf

Regie: Günter Maurer

Produktion: SWR 2022

**Wie die Welt entstand? Mythen geben Antwort. Auch die moderne Naturwissenschaft hat einen Mythos formuliert, den vom Urknall.**

---

### **Bitte beachten Sie:**

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

---

SWR2 Wissen können Sie auch im **SWR2 Webradio** unter [www.SWR2.de](http://www.SWR2.de) und auf Mobilgeräten in der **SWR2 App** hören – oder als **Podcast** nachhören:  
<https://www.swr.de/~podcast/swr2/programm/podcast-swr2-wissen-100.xml>

---

### **Die SWR2 App für Android und iOS**

Hören Sie das SWR2 Programm, wann und wo Sie wollen. Jederzeit live oder zeitversetzt, online oder offline. Alle Sendung stehen mindestens sieben Tage lang zum Nachhören bereit. Nutzen Sie die neuen Funktionen der SWR2 App: abonnieren, offline hören, stöbern, meistgehört, Themenbereiche, Empfehlungen, Entdeckungen ...

Kostenlos herunterladen: [www.swr2.de/app](http://www.swr2.de/app)

## MANUSKRIFT

### Musik

#### **Sprecherin:**

Es muss einen Grund geben. Eine Ursache. Für das alles. Das Universum. Die Erde. Die Natur, die Menschen. Für mich. Aber alles, was man kriegt, sind Mythen. Geschichten von der Entstehung der Welt. In beliebiger Sprache, aus beliebigen Kulturen. Aber es sind nur Worte. Nichts als Worte, diese Weltentstehungsmythen. Selbst in alten Sprachen, aus fast untergegangenen Kulturen. Wie der der Maori.

#### **Sprecher:**

Am Anfang war das Nichts. / Te Kore – das absolute Nichts. / Te Kore-te-whiwbia – das Nichts, in dem nichts bestand / Te Kore-te-rawea – das Nichts, in dem nichts geschah. / Und dann war die Dunkelheit. / Te Po – die unendliche Dunkelheit. / Te Po-nui – die große unendlich weite Nacht Te Po-roa – die unendlich lange Nacht. / Te Po-te-kitea – die Nacht, in der nichts wahrnehmbar war / Te Po-uriuri – die tiefschwarze Nacht. / Es herrschte Dunkelheit von der ersten bis zur zehnten Nacht von Te Po-tuatahi bis Te Po-tuangahurui. (1)

#### **Ansage:**

Der Urknall – Ein physikalischer Mythos. Von Uwe Springfeld.

#### **Sprecherin:**

Beliebige Worte, beliebige Bedeutungen. Beliebige Mythen. Selbst in der Bibel. Die Sprache Martin Luthers.

#### **Sprecher:**

Am Anfang schuf Gott Himmel und Erde. Und die Erde war wüst und leer, und Finsternis lag auf der Tiefe; und der Geist Gottes schwebte über dem Wasser. Und Gott sprach: Es werde Licht! Und es ward Licht. Und Gott sah, dass das Licht gut war. (2)

#### **Sprecherin:**

Es muss einen tatsächlichen Grund geben. Eine faktische Ursache. Für alles. Das Universum, die Erde, die Menschen. Für mich. Einen einzigen, allerletzten, finalen, wahren Grund. Aber welcher Mythos, in welcher Sprache, ist der wahre?

Galileo Galilei soll einmal gesagt haben, die Sprache der Natur sei die Mathematik. Und eine Sprache, sagt der Sprachpsychologe Reinhard Beyer von der Humboldt-Universität Berlin.

#### **O-Ton 01 Reinhard Beyer:**

Sprache muss bestimmte Merkmale erfüllen, zum Beispiel, dass es ein Zeichensystem ist, das uns erlaubt, die reale Welt zu beschreiben, um über die Realität zu kommunizieren. Sprache muss bedeutungshaltig sein. Also Zeichen, die für bestimmte Dinge in der Realität stehen, müssen abgrenzbar sein von den Dingen

– sie müssen aber nicht die Realität selbst sein. Dass ich über Dinge reden kann, die gar nicht da sind.

**Atmo:**

Leises Sprechen im Hintergrund

**Sprecherin:**

Zeichen gibt's genug in den mathematischen Gleichungen der Naturgesetze. Griechische und lateinische Buchstaben. Oft mit Potenzen und Indizes versehen, verbunden durch Rechenzeichen. Hinzu kommen natürlich Brüche. Immer wieder Brüche. Und manchmal diese komischen, diese Sonderzeichen, die nur Mathematiker verstehen.

Bedeutungshaltig sind die Buchstaben und Zeichen auch. Weil die Physik hinter dieser Mathematik sagt: Dieser eine Buchstabe steht für den kleinsten Klacks an Energie im Nichts, ein ganzer Satz von Buchstaben nebeneinander erzählt, wie diese Energie gequetscht, gestaucht, gedehnt und gezogen wird. Eigentlich gar nicht so kompliziert, wenn man es einmal kapiert hat. Aber Herrgott: Wer versteht denn das? Mathematik, die Sprache der Natur.

Es gibt Sprachen, die wie einige Bantusprachen nur gesprochen werden, die aber nie eine eigene Schrift entwickelt haben. Mit der Mathematik scheint's genau andersherum zu sein. Diese Sprache kann man nicht sprechen, sondern nur schreiben. In sonderbaren Begriffen. Sie unterscheiden sich prinzipiell von denen des Alltags. Wenn man spricht, wie einem der Schnabel gewachsen ist. Mit Worten, die man von Kindheit an gelernt hat und die jedermann problemlos versteht, der die gleiche Sprache spricht. Spaziergang beispielsweise, Wiese oder Baum.

**O-Ton 02 Reinhard Beyer:**

Man sagt dann: Das Wort Baum bedeutet, ich meine ein Gegenstand, der eine Wurzel, der Äste, ein Stamm und Blätter hat und vielleicht Stoffwechsel. Dass ich also versuche, über solche Merkmalsätze, also Kombinationen von Merkmalen, versuche, die Bedeutung von Wörtern zu spezifizieren oder zu beschreiben. Das ist eine ganz gängige Strategie in der Psychologie, um Bedeutung greifbar zu machen.

**Sprecherin:**

Hat jeder Baum Blätter? Hat wirklich jeder Baum Äste? Wie sah der Tannenbaum zu Weihnachten aus, wie die Palme auf den Urlaubsfotos? Begriffe des Alltags lassen sich nicht aus Einzelmerkmalen zusammensetzen wie ein Spielzeughaus aus Bausteinen. Alltagssprache ist ungenau. Verwaschen. Als Mittel zur Beschreibung der Welt setzt sie mehr auf Ahnung, Einsicht, Anteilnahme, Einfühlungsvermögen. Kurz: Sie setzt mehr aufs aushandelnde Gespräch als auf Verstehen, Begreifen, Kapieren.

Anders die Mathematik als Sprache der Natur. Hier sind Begriffe exakt, mit nur einer einzigen Bedeutung. Der Begriff Energie ist naturwissenschaftlich nicht die Entschlossenheit und Tatkraft, mit der manch eine ihr Projekt vorantreibt. Und schon gar nicht das, was ein anderer in der freien Natur spürt, wenn ein gefälltter Baum nochmal Grün austreibt. Naturwissenschaftliche Fachbegriffe wie Energie kann man,

wie der Sprachpsychologe Reinhard Beyer verlangt, tatsächlich durch Merkmale scharf, eindeutig und ganz eng definieren. Realitätsnah.

**O-Ton 03 Reinhard Beyer:**

Wahrscheinlich muss es eine gewisse Beziehung zwischen Sprache und Realität geben, damit ich überhaupt sinnvoll kommunizieren kann. Und das sehen die meisten, auch Psychologinnen und Psychologen, dass es da natürlich eine ziemlich enge Beziehung geben muss.

**Sprecherin:**

Vielleicht sind deshalb Mathematiker und Physiker oft so wortkarg, weil sie unter Energie nur das eine verstehen. Nämlich genau das, und nur das, was in mancher Science-Fiction-Serie ein Raumschiffkapitän beim Start vom Chefsingenieur verlangt. Ebenso mit vielen anderen naturwissenschaftlichen Begriffen: Kraft, Impuls, Spannung, Strom, Widerstand, Feld, Teilchen, Potenzial. Und neuerdings: Quantensprung. Begriffe, deren Bedeutungen in der konkreten Kommunikation nicht wechselseitig ausgehandelt, sondern einem Gegenüber nach der Methode „Friss oder Stirb“ vorgesetzt werden. Das macht das Miteinanderreden schwer.

Aber muss es deswegen die menschliche Fantasie einschränken?

**O-Ton 04 Reinhard Beyer:**

Ich denke, man kann mit Sprache eben auch Welten konstruieren. Die müssen so nicht existieren. Oder ich kann Welten, ist ja ein wichtiger Gegenstand auch in der Wissenschaft, Hypothesen bilden, wo ich also Welten konstruiere und dann erst prüfe: Kann das so sein? Ich kann also Hypothesen generierend sein. Ich muss mir bloß dessen bewusst sein. Es ist nur eine Fiktion.

**Sprecherin:**

Physiker sehen Mathematik pragmatisch, nicht als Sprache. Oft sprechen sie ganz allgemein von ihr. Als ein Werkzeug beispielsweise. Und ein Werkzeug – neudeutsch tool – kann alles Mögliche sein. Vom Faustkeil bis zur Handy-App. Von den Geschmacksnerven eines Sternekochs bis zur suggestiven Sprache der Öffentlichkeitsarbeit von Unternehmen.

Doch wenn Iris Abt, eine studierte Mathematikerin, die heute am Max-Planck-Institut für Physik das Experiment „LEGEND“ leitet, vom Selbstzweck der Mathematik spricht, klingt es so, als wären Poeten der Mathematik am Werk. Als würde hier reine, mathematische Lyrik geschrieben.

**O-Ton 05 Iris Abt:**

Es gibt Teile der Mathematik, die einen Selbstzweck haben, indem sie Strukturen der Zahlen zu verstehen suchen. Aber die Mathematik, die wir verwenden, sollte zumindest immer am Ende dazu führen, einen gewissen Tatbestand so zu beschreiben, dass man daraus auch eine Vorhersage ableiten kann.

**Musik**

**Sprecherin:**

Mit Sprache kann man Poesie schreiben, Fakten berichten und Fake News behaupten. Und man kann Geschichten erzählen. Weil man in der Sprache mit Begriffen wie mit den konkreten Objekten umgehen kann, die sie bezeichnen. Man kann sprachlich Stühle verrücken, Häuser bauen und ein Pferd reiten. Doch der vom Sprachpsychologen Reinhard Beyer geforderte enge Zusammenhang zwischen sprachlicher Bezeichnung und Realität ist dabei wohl doch nicht so eng wie von ihm angenommen.

Wenn in einem Kinderbuch beispielweise ein neunjähriges, schwedisches Mädchen mit roten Zöpfen ihr Pferd, zwei Nachbarskinder und einen Affen auf eine Tür stellt und einmal um ihre Villa Kunterbunt trägt, in der sie ihr Leben ganz allein aus einem Koffer voller Goldstücke finanziert, klingt das zwar fantastisch, im Kontext des Buches nichtsdestotrotz glaubhaft.

Selbst wenn man sprachlich Objekte erfindet, die es in der Welt gar nicht gibt. Wenn dieses Mädchen in derselben Kinderbuchreihe zum Beispiel einen Spuk sucht, von dem nicht einmal sie selbst weiß, was das ist. Ebenso Begriffe wie Hexe, Zauberer, Engel, Wunder, Seele. Auch Urknall, Materie, Antimaterie? Ist es Realität oder Fiktion, Wirklichkeit oder Mythos?

Der physikalische Mythos von der Entstehung der Welt aus dem Nichts. Der Urknall, gefasst in die Friedmann-Gleichung und übersetzt ins Normaldeutsch:

**Sprecher:**

Zu Beginn allen Seins war das Nichts. Die absolute Leere. Dann wurde diese Leere angefüllt mit einem Hauch von Energie. Diese Energie durchwehte die Leere von links nach rechts, von rechts nach links. So schwankte sie hin, so schwankte sie her. Dabei wurde die Energie immer unruhiger, immer aufgewühlter, immer aufgeregter. Bald flatterte sie durch das Nichts, aber sie konnte nicht heraus. Denn es gab kein Außen. Da wurde die Energie so stark, dass sie schließlich die Leere zerriss.

**Atmo:**

Knall

**Sprecher:**

Als die Leere platzte, gebar sie Raum und Zeit, Materie und Antimaterie. Und eine einzige, wilde Urkraft, die all das zusammenhielt. Denn es war der Beginn allen Seins, von Natur und Leben, bis hin zu jedem einzelnen Menschen. Die Geburt des Universums.

**O-Ton 06 Reinhard Beyer:**

Das ist, glaube ich, so ein wichtiges Merkmal einer Fiktion. Aber auch von: wie überzeugend so eine Fiktion, fantastischer Roman, wirkt. Wenn es dort ständig Widersprüche geben würde in dieser Welt, dann würde ich sagen, dann klappt der Praxistest in dieser Fiktion nicht so richtig überzeugend. Und dann wird auch diese ganze Geschichte und damit auch diese Welt nicht so überzeugend sein.

**Sprecherin:**

Mythen, Romane und literarische Geschichten haben etwas Beliebigen an sich, etwas Willkürliches. Trotzdem halten manche Literaturwissenschaftler Romane für Muster und Modelle der Wirklichkeit. Selbst wenn es die fantastische Geschichte eines übermenschlich starken Mädchens ist, kann sie auch als kritische Darstellung sozialer Verhaltensweisen erwachsener Menschen gegenüber Kindern gelesen werden, dargestellt aus Sicht einer vermeintlich Neunjährigen.

## **Musik**

### **Sprecherin:**

Von irgendwas ausgehend kann man ganz verschiedene Geschichten fabulieren. Romane, Märchen, Sagen, Mythen. Zigttausende Jahr für Jahr, zahllose insgesamt. Ausnahmslos durch die Menschheitsgeschichte hindurch. Vom Mädchen, das Pferde auf Türen trägt, über die Geschichten aus Tausend und einer Nacht bis hin zur Erschaffung der Welt in den alten Mythen der Maya.

### **Sprecher:**

Dies ist der Beginn der alten Erzählung. Hier an dem Ort, der Quiché genannt wird. Hier werden wir schreiben, werden wir das alte Wort festmachen, den Ursprung, den Beginn von allem, was getan worden ist in der Quiché-Nation im Land des Quiché-Volkes. Dies ist der Bericht, wie alles in Spannung war, alles still, in Stille; alles bewegungslos, alles bebend, und leer war die Weite des Himmels. (3)

### **Sprecherin:**

Wie soll Mathematik auch nur annähernd etwas Ähnliches formulieren? Einen Mythos, warum die Welt existiert. Der physikalische Mythos vom Zerfall von Materie und Antimaterie. Gefasst, unter anderem, in verschiedenen Formulierungen der Dirac-Gleichung.

## **Musik**

### **Sprecher:**

Als das Urvakuum das Universum gebar, war die Welt voller Harmonie. Die beiden Schwestern Materie und Antimaterie beherrschten einträchtig den gesamten Kosmos, zusammengehalten von einer einzigen, einer wilden Urkraft. Um sie herum dehnte sich der Raum und die Zeit lief wie ein verspieltes Hündchen hin und her, vor und zurück. So gab es in diesem Universum keinen Unterschied zwischen Vergangenheit und Zukunft, zwischen Sein-Werden und Gewesen-Sein. Etwas zu planen war genau so wertvoll wie sich an etwas zu erinnern.

Als sich das Universum jedoch weiter ausdehnte und der Raum zunahm, zerriss die Urkraft in vier Teile. Da gerieten die beiden Schwestern in einen Streit. Sollte man sich beim Tanz lieber links oder rechts herum drehen? War es schicker, positive oder negative Ladung zu tragen? Und vor allem: Sollte die Zeit vorwärts oder rückwärts laufen? Die Schwestern stritten unerbittlich und so heftig, dass sie schließlich ihre Heere aufeinanderhetzten.

### **Sprecherin:**

Literarische und mathematische Geschichten unterscheiden sich in einem Punkt. Romane, Sagen und Mythen sind allein der Glaubwürdigkeit verpflichtet. Geschichten, die man nicht glauben kann, taugen nichts. Mathematische Geschichten – sofern kein Selbstzweck – sind nicht nur der Glaubwürdigkeit, also der menschlichen Fantasie, sondern auch der formalen Logik und damit auch der Wahrheit über die Welt verpflichtet. Erzählt man eine Geschichte in der Sprache der physikalischen – manche sagen auch der objektiven – Welt im Modell zutreffend und richtig widerspiegeln. Erst dadurch wird die mathematische Geschichte der Welt glaubwürdig. Stellt sich irgendwann heraus, dass sie die Welt doch falsch wiedergegeben hat, verliert sie diese Glaubwürdigkeit.

Nur: Wie stellt man sowas fest?

### **O-Ton 07 Iris Abt:**

Es wird beobachtet. Dann wird aus den Beobachtungen ein Modell herausgezogen und dieses Modell hat nur einen Wert, wenn es eine Vorhersage macht. Und dann kann ich die Vorhersage überprüfen durch eine Messung. Ein Modell, was keine Vorhersagen machen kann, das ist Philosophie.

### **Sprecherin:**

Die Mathematik ist logisch aufgebaut. Das bedeutet: Ist auch nur eine ihrer Voraussetzungen falsch, kann das Ergebnis niemals richtig sein. Außer durch den dummen Zufall, dass ein zweiter Denk- oder Rechenfehler den ersten aufhebt. So konnten die Ägypter der Antike nur dann Kreise annähernd richtig berechnen, wenn sie sich von einer falschen Kreiszahl Pi ausgehend gründlich verkalkulierten.

Das zweite Problem: Selbst, wenn die Voraussetzungen stimmen und man korrekt kalkuliert, muss man die Ergebnisse immer noch interpretieren. Also aus der Sprache der Mathematik in die des Alltags übersetzen.

### **Atmo:**

Pferdegetrappel

### **Sprecherin:**

Anfang des 16. Jahrhunderts verkaufte Johannes Carion, der angesehene Astronom und Mathematiker am Hof Joachims des Ersten von Brandenburg, wissenschaftlich verfasste Einblattdrucke, sogenannte Praktiken, in denen er astrologische Prognosen zu künftigem Wetter, zu Ernteaussichten, Vorhersagen über bevorstehende Krankheiten, drohende Kriegsgefahren und Katastrophen machte. Exakt errechnet.

Wie will man wissen, ob Physiker heute ähnlich exakte Rechnungen vollkommen fehlinterpretieren?

### **O-Ton 08 Iris Abt:**

Die Mathematik, die wir verwenden, sollte zumindest immer am Ende dazu führen, einen gewissen Tatbestand so zu beschreiben, dass man daraus auch eine Vorhersage ableiten kann. Man benutzt Mathematik, um ein Modell aufzubauen, mit dem man dann Vorhersagen machen kann, was passiert.

**Sprecherin:**

Voraussagen stehen und fallen mit den Voraussetzungen, von denen die Wissenschaftler ausgehen. Also damit, ob ihre erste Aussage wahr oder falsch ist. Über die Kriterien von wahren und falschen Aussagen hatte der brasilianische Philosoph Willard Van Orman Quine nachgedacht. Sein Ergebnis, sinngemäß: Die logische Aussage, es regnet, ist genau dann wahr, wenn es tatsächlich regnet. Damit hat er der Wissenschaft ein Handwerkszeug gegeben, ihre Hypothesen – also mathematisch formulierte Geschichten über die Welt – zu überprüfen. Man muss nur irgendwie feststellen, ob es tatsächlich regnet.

**Atmo:**

Gewitterdonner, Regen

**Sprecherin:**

Man kann zum einen ergänzende Beobachtungen machen. Sich bewegende Scheibenwischer, aufgespannte Regenschirme. Oder man macht ein Experiment. Man geht auf die Straße und lässt sich nassregnen. Nur: Was soll man klitschnass bis auf die Haut vom Gedanken eines zweiten Philosophen, Karl Popper, halten, den seit knapp hundert Jahren intellektuelle Spatzen von den Dächern pfeifen? Dass man durch Experimente wie sich durchregnen zu lassen, keine Theorien wie „es regnet“ bestätigen, sondern nur widerlegen kann? Vielleicht gibt es ja tatsächlich sinnvollere und heute noch unbekanntere Beschreibungen für die Wassertropfen, die vom Himmel fallen.

Man muss den theoretischen Unterbau eines Experimentes schon als wahr akzeptieren, wenn man experimentell darauf aufbaut. Egal, ob es um Regen geht oder den Urknall oder um die Frage aus der Quantenfeldtheorie, warum das Universum in seiner heutigen Form existiert, sagt der Experimentalphysiker Thomas Lohse von der Humboldt-Universität Berlin.

**O-Ton 09 Thomas Lohse:**

Ich meine, da steckt natürlich ein Unterbau drunter. Bevor man so eine Vorhersage macht, betreibt man Quantenfeldtheorie und muss erst mal ein ganzes Theoriegebäude aufbauen und auch akzeptieren, dass man in diesem Rahmen operiert. Wenn man aber sozusagen die Bühne, auf der man spielt, festgelegt hat, dann ist es so einfach.

**Sprecherin:**

Theoretikerinnen erzählen mathematische Geschichten, die theoretischen Unterbauten der Experimente. Experimentalphysiker überprüfen diese Geschichten auf ihre logischen Folgen, oder, wie sie oft sagen, auf ihren Wahrheitsgehalt hin. Sich durchregnen lassen, ist dabei nur ein Schülerversuch. Wissenschaftliche Experimente funktionieren anders. Komplizierter. Weil es in Abendgarderobe auf dem Weg in die Oper andere Kriterien für Regen gibt als in Funktionswäsche beim Survivaltraining. Da muss definiert werden.

**Atmo:**

Computertippen

**Sprecherin:**

Also wird diskutiert. Professorinnen schreiben Artikel, Studenten Master- und Doktorarbeiten. Vielleicht habilitiert jemand mit Schwerpunkt Pluvialogie – vulgo Regenkunde –, und vielleicht kristallisieren sich verschiedene Denkschulen mit verfeindeten grauen Eminenzen heraus. Bis man es hat.

**Atmo:**

Tropfen

**Sprecherin:**

Tröpfchengröße, Tröpfchenzahl, Wassermenge pro Kubikmeter. Von weiteren Effekten wie Wind und Verschmutzung des Regenwassers wird abstrahiert. Wenn die Forscher dann eine entsprechende Beregnungsanlage bauen und reproduzierbare Experimente durchführen, fragt sich der Laie auf dem Weg in die Oper oder beim Survivaltraining: Was hat das noch mit Natur und natürlichem Regen zu tun? Und Philosophen fragen: Hat die Forschung die Realität von Dreckeffekten bereinigt oder hat man eine neue, eine naturwissenschaftlich untersuchbare Wirklichkeit konstruiert?

Aber wie gesagt, man muss einen theoretischen Unterbau – eine Geschichte, erzählt in der Sprache der Natur, Mathematik – akzeptieren, um überhaupt experimentieren zu können.

**O-Ton 10 Iris Abt:**

Die Experimentalphysiker sagen: Na und? Und die Theoretiker sagen: Ja, aber lass uns doch eine Theorie entwickeln. Und dann sagen wir: Ja gut, wir Experimentalphysiker: Aber dann müsst Ihr erst mal wieder neue Teilchen erfinden, die kein Mensch jemals sehen kann. Ja, aber das macht nichts. Das ist so ein bisschen der Unterschied zwischen Experimentalphysikern und Theoretikern.

**Sprecherin:**

Der theoretische Unterbau, weshalb das Universum in seiner materiellen Form existiert.

Eins: Materie und Antimaterie.

**Musik**

**Sprecher:**

Seit Äonen bekämpfen sich Materie und Antimaterie. Und obwohl die Materie ihre Schwester fast besiegt hat, gibt sich die andere nicht geschlagen. Das Schicksal hat beide Schwestern in einem ewig währenden Kreislauf aus Werden und Vergehen miteinander verbunden. So vernichten sich bis heute Materie und Antimaterie in einem grellen Lichtblitz, der wiederum Materie und Antimaterie gebiert. Wie konnte in dieser kosmischen Gerechtigkeit die Materie die Überhand über ihre Schwester gewinnen?

**O-Ton 11 Iris Abt:**

In der Tat, wenn Energie kristallisiert zur Materie, kommt gleich viel Materie und Antimaterie heraus. Wir brauchen ein thermisches Ungleichgewicht und wir müssen

dafür sorgen, dass Materie und Antimaterie sich unterschiedlich verhalten. Das kann man auch mathematisch ausdrücken. Das ist etwas komplizierter. Wenn Sie es hören wollen, erzähle ich es Ihnen.

**Sprecherin:**

Der theoretische Unterbau, weshalb das Universum in seiner materiellen Form existiert.

Zwei: Der Beta-Zerfall eines Neutrons und die Sehnsucht des Neutrinos auf die Welt.

**Sprecher:**

Jedes einzelne Partikel musste sich in diesem Krieg entscheiden. War es Materie oder war es Antimaterie. So besprachen sich drei von ihnen, die gemeinsam ein Größeres bewohnten. „Ich bleibe hier“, sagte das Dickste von ihnen und rührte sich nicht. „Ich kämpfe“, sagte der Krieger, zog in die Schlacht und zerstob an seinem Zwilling Bruder, der Antimaterie. Das dritte Teilchen schwieg in seiner Sehnsucht, das Universum und sich selbst kennenzulernen. Gemeinsam mit dem Krieger verließ es als Mann sein Heim, um sich unterwegs in eine Frau zu verwandeln und schließlich als etwas Drittes in einem größeren Teilchen wieder einzuziehen.

**O-Ton 12 Iris Abt:**

Nehmen wir das Beispiel, dass ein Neutron keine Lust mehr hat, in einem Kern zu verweilen und sagt: Ich möchte ein Proton werden. Dann muss es ein Elektron ausschicken und ein Antineutrino. Und das guckt sich dann den ganzen Kern an und sagt: Das möchte ich jetzt machen. Sagen die anderen Nukleonen da drin: Ja mach mal. Geht aber nicht.

**Sprecherin:**

Der theoretische Unterbau, weshalb das Universum in seiner materiellen Form existiert.

Drei: Der doppelte neutrinolose Beta-Zerfall.

**Sprecher:**

Weil das sehnsüchtige Teilchen so anders war, liebte es seinen Zwilling Bruder. Es wollte ihn nicht vernichten wie der Krieger seinen Zwilling. Denn auch der drehte sich im Tanz rechtsherum. So beschlossen die beiden sehnsüchtigen Zwillinge, nicht mehr ins Universum und in den Krieg zu ziehen. Weil sie aber nicht wie das dicke Teilchen einfach zu Hause bleiben wollten, beschlossen sie, heimlich die Plätze zu tauschen.

Das sah die Materie. Und sie sah auch, dass bei diesem Wechsel nicht nur ein, sondern gleich zwei Krieger in die Schlacht zogen. Eines zerstob an seinem Zwilling Bruder. Das andere aber, das überlebte als reine Materie. Genauso, wie es das Universum brauchte, damit Sterne und Planeten, die Erde und die Natur, alles Leben und sogar die Menschen entstehen konnten.

**O-Ton 13 Thomas Lohse:**

Es ist also kein Voodoo, sondern ganz harte Mathematik. Und das ist extrem anschaulich. Und wir argumentieren deswegen heute alles so. Aber wenn Sie mich fragen, was passiert dann wirklich? Dann kann ich nur sagen: Ja, da kommt ein Kern rein und dann kommt ein anderer Kern raus, und zwei Elektronen und zwei Neutrinos kommen raus oder auch nicht. Und wir zerlegen das halt in Bestandteile, die wir uns vorstellen können.

**Sprecherin:**

Ist das der letzte, der finale Grund, warum das Universum existiert? Weil ein Elementarteilchen, Neutron genannt und fest in einem Atomkern verankert, in drei andere Teilchen zerfällt? Physiker sprechen vom Beta-Zerfall. Manchmal zerfallen auch zwei Neutronen gleichzeitig. Physiker reden dann vom doppelten Beta-Zerfall. Und in ganz seltenen Fällen zerfallen zwei Neutronen so, dass jeweils keine drei, sondern nur zwei Teilchen entstehen. Jetzt heißt es: neutrinoloser doppelter Beta-Zerfall. Und beide neu entstandenen Teilchen gehören zur Materie, nicht zur Antimaterie.

**Musik**

**Sprecherin:**

Die kosmische Gerechtigkeit, dass immer genau so viel Materie wie Antimaterie entsteht, ist gebrochen, der Kreislauf aus Werden und Vergehen ist kaputt. Die Harmonie des Universums ist dahin und nur deshalb konnte es überhaupt entstehen. Nur deshalb kann es Galaxien und Sterne, die Sonne, Planeten und die Erde, das Leben, die Natur und die Menschen überhaupt geben. Weil es nach dem unendlichen Willen allen Werdens die kosmische Harmonie nie gegeben hat.

Ein schöner Mythos. Oder ist es tatsächlich so passiert? Wie soll man das wissen? Man sollte ein Neutrino einfangen und es befragen.

**O-Ton 14 Iris Abt:**

Sie wollen das einzelne Neutrino einfangen. Das einzelne. Dann müssen Sie eine Bleiwand von hier bis nach Alpha Centauri bauen. Vier Lichtjahre. Dann haben Sie eine 68-Prozent-Chance, dass das Ding steckenbleibt. Wir werden hier, während wir hier sitzen, von Milliarden von Neutrinos durchdrungen. Wir haben die Chance, das zweimal in unserem Leben ein Neutrino in unserem Auge steckenbleibt, ein Elektron erzeugt und einen Lichtblitz macht.

**Sprecherin:**

Oder ein Experiment machen? Wie das zur Überprüfung, ob es regnet? Auch hier hat man diskutiert, definiert, eine Anlage gebaut, die die Natur modellhaft nachbilden und die Dreckeffekte der Natur herausfiltern soll. Damit der reine, der pure Effekt zurückbleibt. Denn was man sucht, passiert ab und zu in kosmischem Maßstab, also fast nie auf der Erde. Deshalb muss man nicht nur wissen, was man sucht. Sondern man muss sich auch sicher sein, dass es das Gesuchte ist, dass ein Messgerät ausschlagen lässt. Und nichts anderes.

**O-Ton 15 Iris Abt:**

Das ist das Wichtige, wie ich schon sagte: Ich muss diese drei, vier Ereignisse kennen, und das kann ich nur, wenn es keine Untergrundereignisse gibt. Wenn es keinen Prozess gibt, der ein Signalereignis vortäuschen kann. Das ist das Kernkriterium.

**Sprecherin:**

Störeffekte. Zum Beispiel der menschliche Körper. Macht etwa 5.000 radioaktive Zerfälle in der Sekunde. Oder die Raumluft. 400 radioaktive Zerfälle pro Sekunde. Oder, wenn jemand einen Tomatensalat mit, ganz schlimm, Petersilie ins Labor bringt. Also, wie macht man's?

**O-Ton 16 Iris Abt:**

Das ist das Experiment. Das ist ein Wassertank. Dieser Wassertank schirmt ab gegen zum Beispiel externe Neutronen. Dann kommt in den Wassertank ein Kryostat, darin ist flüssiges Argon. Das Argon schirmt auch ab gegen Strahlung. Und da drin hängen dann in so 'ner Art Ketten jeweils drei, vier, fünf oder sechs Germaniumdetektoren.

**Musik**

**Sprecherin:**

Es ist eine spezielle Art des Metalls Germanium, das so in der Natur nicht vorkommt. Daraus hat man Zylinder geformt, in denen die gesuchten Zerfälle stattfinden sollen, erzählt die Theorie. Dabei entstehen Elektronen und die kann man nachweisen. Sofern man alle anderen Effekte ausgeschlossen hat.

Um sicher zu gehen, hat man geübt. Ein Vorläuferexperiment durchgeführt. Namens Gerda.

**O-Ton 17 Iris Abt:**

Das nannte sich übrigens Gerda, weil meine Mutter Gerda heißt. Ohne Scheiß. Ja, da waren alle damaligen Kollaborationsmitglieder zusammen und es stellte sich heraus, noch einer von den Russen hatte auch eine Mutter namens Gerda. Also haben wir Gerda vorgeschlagen, Germanium Detektor Array. Und da sonst jeder eigentlich nur für sein eigenes gestimmt hat, waren wir die einzigen, die beide für Gerda gestimmt hatten. Und dadurch haben wir gewonnen. Und so wurde das zu Gerda.

**Sprecherin:**

Im Augenblick wird das Experiment namens LEGEND noch aufgebaut. Ergebnisse erwartet man in ein paar Jahren. Die Frage bleibt: Sollte man die Ergebnisse glauben, wenn sich diese extrem seltenen Effekte zeigen? Oder sollte man sagen: Sas ist doch nur eine von Naturwissenschaftlern konstruierte Wirklichkeit und man kann sowieso keine Theorien überprüfen?

**Musik**

**Sprecherin:**

Wieder kann man einen Philosophen zu Rate ziehen. Einen Pragmatiker. Wilhelm von Ockham. Er sagte, man solle im Fall einer Wahl der Theorie den Vorzug geben, die am einfachsten sei. Wenn man bei Regen rausgeht und man wird nass: Es regnet. Wenn sich die Effekte zeigen: Ja, so kann ein Großteil der Materie entstanden sein. Denn das Experimentieren unterscheidet den physikalisch-mathematischen Mythos der Weltentstehung von allen anderen. Von denen der Maori bis zur Lutherbibel. Selbst wenn er sich in ferner Zukunft auch als falsch herausstellen sollte: Heute ist er keine Glaubenssache, sondern – vernünftig.

**Abspann:**

SWR2 Wissen (mit Musikbett)

**Sprecherin:**

Der Urknall – Ein physikalischer Mythos. Von Uwe Springfeld. Sprecher: Diana Gantner und Sebastian Schäfer, Regie: Günter Maurer, Redaktion: Dirk Asendorpf.

Abbinder

\*\*\*\*\*

**Endnoten:**

(1) Der Schöpfungsmythos der Maori: Die Kinder von Rangi und Papa:  
<https://www.grin.com/document/266916>

(2) 1 Mo 1.1-5

(3) Popol Vuh („Buch des Rates“), das heilige Buch der Quiché-Maya in Guatemala.  
[https://dewiki.de/Lexikon/Popol\\_Vuh](https://dewiki.de/Lexikon/Popol_Vuh)

---