



DISKURS, 19.04.2005

WDR

Westdeutscher Rundfunk Köln
Anstalt des öffentlichen Rechts

Appellhofplatz 1

D - 50 600 Köln

Sendemanuskript-Hörfunk

WDR 1

WDR 2

WDR 3

WDR 4

WDR 5

Datum 19.4.2005	Tag Dienstag	Woche 16	Uhrzeit - von 22.00-23.00	bis	von	bis	Dauer Max.
Sendereihe WDR 3 DISKURS <i>Einsteins Erben</i>							
Titel Quantenbillard oder: Die spukhafte Fernwirkung							
Folge / Untertitel Besuch beim österreichischen Physiker Anton Zeilinger Produktion WDR 2000							
Autor(in): Ein Feature von Frank Grotelüschen							
Band-Nr. 5053 854 1		Band (von - bis)				Band-Länge 54'25	
Mitwirkende: Barbara Nüsse, Felix von Manteuffel, Elenor Holder, Gregor D. Höppner und Hans Kemmner							
Aufnahmedatum (am/von) 23.10.-27.10.2000			Aufnahme Studio Nedeltschev				
Ton und Technik / Schnitt Jürgen Lusky							
Regie / Produktion Petra Feldhoff, Assistenz: Almut Schnerring					Kostenstelle / Kostenträger 203110/1356013		
verantwortliche(r) Redakteur(in) Dorothea Runge				Übernahme von			
Programmbereich PG Wort WDR 3				Koproduktion			
Ressort: Feature und Literatur				Verlag			

Dieses Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt.
Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen
Genehmigung des WDR.

Quantenbillard oder: die spukhafte Fernwirkung

Ein Besuch beim österreichischen Physiker Anton Zeilinger

Klangcollage: (evtl. mit Tibet-Elementen), darüber

O-Ton 1: (Zeilinger 1)

"Was unsere Grundfrage ist: Was ist wirklich die Welt? Und was ist unsere Rolle in der Welt?"

Klangcollage: kurz hoch, dann wieder leiser

O-Ton 2: (Zeilinger 2)

"Es war das Erfolgsrezept der Physik seit ihrem Beginn im 16., 17. Jahrhundert, dass die Physik aufgegeben hat, die uralte Frage zu stellen: Was ist die Natur der Dinge? Die Frage, die eigentlich von den alten Griechen noch herkommt. Sondern man hat sich zurückgezogen auf die Frage: Wie verhalten sich die Dinge?"

Ansage: Quantenbillard oder: die spukhafte Fernwirkung. Ein Besuch beim österreichischen Physiker Anton Zeilinger. Von Frank Grotelüschen.

O-Ton 2a: (Zeilinger 2a)

"Die Frage: 'Was ist die Natur von etwas?' ist eine Frage, die eigentlich nicht gestellt wurde. Man hat irgendwo mental immer das Bild gehabt: Die Dinge existieren an sich, und in der Physik beschreiben wir ihre Eigenschaften.

Und was wir jetzt wahrscheinlich wieder sehen - aber es ist glaube ich zu früh, das so sicher zu sagen - ist, dass wir die Möglichkeit haben, die Frage nach der Natur der Dinge wieder zu stellen."

Klangcollage: "Quantenbillard" (verschimmendes Klacken von Billardkugeln), darüber

Zitator: Nach einem langen, mühevollen Arbeitstag in der Bank, wo man über eine Grundstücksaktion verhandelt hatte, befand sich Mr. Tompkins soeben auf dem Heimweg. Dieser führte ihn an einem Pub vorbei. Er fasste den Entschluss einzukehren, um ein Glas Bier zu trinken. Doch dabei blieb es nicht - und bald erfasste Mr. Tompkins ein heftiges Schwindelgefühl.

Im Hintergrund des Lokals gab es ein Billardzimmer, in dem mehrere Männer mit hinaufgeschobenen Hemdärmeln an einem in der Mitte des Raumes befindlichen Tisch spielten. Mr. Tompkins erinnerte sich vage, hier schon einmal gewesen zu sein. Damals hatte ihn einer seiner Kollegen aus der Bank mitgenommen, um ihm Billard beizubringen. Er näherte sich dem Tisch und beobachtete das Spiel. Irgendetwas stimmte da nicht.

Klangcollage überblenden zu

Atmo 1: Straße, Treppenhaus
Atmo 2: Treppenhaus, Türenschrägen

Sprecherin: Ein Montagmorgen in Wien. 9. Bezirk, Boltzmannstraße 5, das Universitätsinstitut für Experimentalphysik. Im Treppenhaus die Inschrift: "Gebaut unter der Regierung seiner kaiserlichen und königlichen apostolischen Majestät des Kaisers Franz-Josef der Erste in den Jahren 1910-1912".

Atmo 3: vom Treppenhaus ins Labor

Sprecherin: 2. Stockwerk, links durch die Glastür hindurch. Nach ein paar Schritten ein Raum mit der Aufschrift: "Sekretariat Arbeitsgruppe Professor Anton Zeilinger." Frisch renovierte Büros, Labors mit Computern und metallischen Versuchsapparaturen. Dazwischen ein langer, schmaler Besprechungsraum. Zeilinger und seine Leute diskutieren mit Eleanor Campbell, Universität Göteborg, sie ist für ein paar Tage zu Gast in Zeilingers Labor.

Atmo 4: 7-1, 2:00 (Brainstorming, als Atmo)
 (Zeilinger) "Wie groß sind eigentlich die größten Massenzahlen, für die Leute einen Strahl hergestellt haben - wenn wir vom Maschinengewehr absehen (Lachen) ..."
 (Campbell) "Also man kriegt schon ziemlich dicke Dinger. Das Problem ist nur, die effizient nachzuweisen. ..."
 (Zeilinger, 3:30) "Aber das interessiert uns ja nicht. Uns wäre das ja völlig egal. Der Moment, wo man's fragmentiert, wäre der Nachweismoment. Und der Rest ist uns dann Wurscht. ..."

Sprecherin: Anton Zeilinger, Jahrgang 45, Professor der Physik. Prominentester zeitgenössischer Erforscher der Quantenwelt. Was Heisenberg und Einstein, die Theoretiker, sich erdachten, setzt er in Experimente um. 1997 hat er Lichtquanten teleportiert, man könnte auch sagen: gebeamt. Er konnte die Eigenschaften eines Lichtteilchens ohne Zeitverzögerung von einem Ort zu einem anderen transportieren. 1999 schickte Zeilinger Kohlenstoffmoleküle durch einen mikroskopisch kleinen Gitterrost. Die Moleküle bewegten sich durch den Rost wie Lichtwellen. Damit war klar: Selbst große Kohlenstoffmoleküle folgen den seltsamen Regeln der Quantenphysik.

O-Ton 3: (Zeilinger 3)

"In der Schule war ich in allen Bereichen ein sehr mittelmäßiger Schüler. Da gab's nichts Besonderes. Ich hatte das Glück, einen sehr guten Gymnasiallehrer in Physik zu haben. Der konnte die Leute begeistern. Aus unserer Klasse haben immerhin vier Physik studiert.

Ich hab nie in meinem Leben eine einzige Vorlesungsstunde Quantenphysik besucht. Es gab damals, als ich Physik studierte, keinen Studienplan. Das Studium war vollkommen frei. Man konnte sich mit ganz wenigen Ausnahmen aussuchen, was

man machte. Was bei mir dazu führte, dass ich keine einzige Vorlesung aus Quantenphysik besuchte. Aus welchen Gründen auch immer - ich weiß es heute nicht mehr. Aber dann zum Rigorosum, zur strengen Prüfung am Schluss, konnte man sich eine Fachrichtung aussuchen. Und ich hab mir bewusst Quantenphysik ausgesucht, denn ich wollte mich damit systematisch auseinandersetzen, und ich wollte mich zwingen, das systematisch zu lernen. Und habe das also nur aus Büchern gelernt. Die Quantenphysik hat sich eigentlich durch Zufall ergeben"

Klangcollage: "Quantenbillard" (verschwimmendes Klacken von Billardkugeln), darüber

Zitator: Einer der Spieler legte eine Kugel auf den Tisch und versetzte ihr mit dem Queue einen Stoß. Zu seinem großen Erstaunen sah Mr. Tompkins, wie sich die rollende Kugel "zu verschmieren" begann. Dies war die einzige Bezeichnung, die er für das seltsame Verhalten der Kugel finden konnte. Indem sie über das grüne Spielfeld rollte, verlor sie nämlich ihre scharfen Umrisse und schien mehr und mehr zu verschwimmen. Man hatte den Eindruck, dass es nicht eine einzige Kugel war, die da über den Tisch rollte, sondern dass es mehrere waren, die sich gegenseitig teilweise durchdrangen.

Klangcollage: ausblenden oder mit Akzent endend

O-Ton 4: (Zeilinger 4)

"Die Quantenphysik ist eine sehr abstrakte Beschreibung der Natur. Mit sehr viel mathematischem Formalismus. Und die Quantenphysik hat sich experimentell hervorragend bewährt und hat zu vielen technischen Anwendungen geführt. Die ganze moderne Halbleiterphysik wäre ohne sie nicht denkbar.

Die große Frage bei der Quantenphysik ist die: Was beschreibt sie wirklich? Ist die Quantentheorie eine Theorie, die die Natur beschreibt? Oder beschreibt sie unsere Beobachtungen von der Natur?

Und dann kommen natürlich alle möglichen interessanten philosophischen Fragestellungen herein: Was ist dann die Natur, wenn wir sie nicht unmittelbar physikalisch beschreiben können? Und das ist dann letztlich spannend."

Sprecherin: Ein Tisch ist ein Tisch, eine Radiowelle eine Radiowelle, eine Billardkugel eine Billardkugel. Atome zerfließen zu Wellen, um sich gleich wieder zu kleinen Kügelchen zu manifestieren. Lichtwellen verdichten sich zu Lichtteilchen und verschwimmen wieder ins Unbestimmte. Die Bausteine der Materie - Teilchen und Welle, Welle und Teilchen.

O-Ton 5: (Zeilinger 5)

"Es gibt diesen Dualismus Welle-Teilchen. Es gibt auch andere Dualismen. Es gibt zu jedem Begriff, über den wir sprechen können in der Quantentheorie, zumindest einen zweiten dualen, wenn nicht manchmal sogar zwei oder drei. Was das letztlich

bedeutet: dass diese Begriffe eigentlich alle unbrauchbar sind. Diese Begriffe wie Welle und Teilchen sind nur Krücken, um uns was vorstellen zu können. Und wir müssen uns bewusst sein, dass das alles nur Hilfsmittel sind. Wir müssen sehr vorsichtig sein, auf diesen Bildern zu viel aufzubauen.

Ich kann ein Experiment wunderschön durch das Wellenbild erklären. Wenn ich aber jetzt ein anderes Experiment damit erklären will, kann ich oft in Widersprüche kommen, wenn sich das Ding wie ein Teilchen verhält. Da muss man eben sehr, sehr vorsichtig sein bei diesen Bildern und sich immer bewusst sein, dass alle diese Objekte letztlich mentale Konstruktionen sind."

Atmo 5: Spannungstest, elektronisches Piepsen, Gemurmel

Atmo 6: Fulleren-Labor mit Turbopumpen, darüber

Sprecherin: Montagmittag. Zwei Physiker aus Zeilingers Team testen den Stromfluss durch ein metallisches Verbindungsstück. Ihre Aufgabe: Wartung, Reparatur und Ausbau eines der beiden Präzisionsexperimente. Dieses Experiment soll eine grundlegende Frage der Physik beantworten: Wo hört die Alltagswelt auf, wo beginnt die Quantenwelt?

O-Ton 6: (Zeilinger 6)

"Gibt es eine Grenze für die Quantenphysik? Oder würde jedes Objekt, wenn ich das Experiment nur richtig mache, irgendwann Quanteneigenschaften zeigen? Das ist eigentlich ein alter Streit in der Physik. Weil es sozusagen schön wäre, wenn wir einen allgemeinen Übergang hätten. Wenn die Alltagsphysik sich immer normal verhalten würde sozusagen, und wir diese seltsamen Verhaltensformen auf das Mikroskopische beschränken könnten.

Einige der Urväter der Quantenmechanik waren der Meinung, dass eine solche Grenze nicht möglich ist. Da gehört etwa Niels Bohr dazu, oder auch Erwin Schrödinger. Und es ist eine Herausforderung an einen Experimentator zu zeigen, dass man Quantenphänomene für immer größere Dinge verwirklichen kann. Wir haben das gezeigt für diese berühmten Fußballmoleküle, für diese großen Kohlenstoffmoleküle, dass die sich wie Quantenobjekte verhalten können. Die können genauso den Welle-Teilchen-Dualismus zeigen wie ein kleines Elementarteilchen."

O-Ton 7: (Arndt 1)

"Anton Zeilinger hatte schon damals einen sehr guten Ruf. Wir haben uns dann mal getroffen, ich habe ihn mal besucht. Wir sind uns dann relativ schnell einig geworden, dass ich erst mal dableiben kann. Am Anfang war noch nicht klar, für wie lange das gehen würde. Jetzt ist da sozusagen die große Liebe daraus geworden. Jetzt habe ich zumindest auch die feste Stelle. Und es macht sehr viel Spaß, mit ihm zusammenzuarbeiten."

Sprecherin: Markus Arndt, Zeilingers Assistent, zuständig für das Fulleren-Experiment.

O-Ton 8: (Arndt 2)

"Ein Fulleren ist einfach ein Molekül aus Kohlenstoff. Sieht aus wie ein kleiner Fußball, 200 Millionen Mal kleiner als ein Fußball. Besteht eben aus diesen 20 Sechsecken und zwölf Fünfecken. Die Fullerene haben uns interessiert, weil unsere Frage ist halt: Wie weit, bis zu welcher Masse, welcher Komplexität von Teilchen, kann man demonstrieren, dass die Quantenmechanik mit ihren seltsamen Eigenschaften immer noch existiert?"

Es sieht in diesen Experimenten ja immer so aus, als ob die Moleküle "gleichzeitig" durch mehrere Gitterspalte durchgehen. Ein großer Mensch kann ja nicht durch zwei Türen gleichzeitig durchgehen. Offensichtlich muss da unterwegs irgendwas passieren auf dem Weg vom Molekül zum Menschen, dass diese Eigenschaften verloren gehen."

Klangcollage: "Quantenbillard" (verschimmendes Klacken von Billardkugeln), darüber

Zitator: Der Spieler, der die Kugel gestoßen hatte, war offensichtlich Experte auf seinem Gebiet, denn sie traf, ganz wie beabsichtigt, eine zweite, die vor ihr lag. Der Zusammenprall verursachte einen lauten Ton, und beide Kugeln, die ruhende und die stoßende Kugel - Mr. Tompkins konnte dabei nicht auseinander halten, welche von beiden was war - stoben in alle möglichen Richtungen auseinander. Ja, es war wirklich seltsam! Man hatte nun nicht bloß zwei etwas patzig aussehende Kugeln vor sich, sondern es schien ihrer unzählig viele zu geben, und alle waren äußerst unscharf und verschwommen. Das Ganze glich einer seltsamen, sich vom Kollisionspunkt her ausbreitenden Welle.

"Aha, die Streuung einer s-Welle", sagte da eine vertraute Stimme hinter ihm - Mr. Tompkins erkannte den Professor.

Klangcollage: ausblenden oder mit Akzent endend

Atmo 7: Abnehmen von Plastikplanen

Atmo 8: Fulleren-Labor mit Turbopumpen

Sprecherin: Montag, früher Nachmittag. Julian Voss-Andreae, Doktorand in der Gruppe Zeilinger, reißt die schweren Plastikplanen ab, die seine Apparatur einige Tage lang verdeckt hatten. Ein Bautrupps hatte eine neue Klimaanlage installiert, die Planen sollten die Apparatur vor Dreck und Staub schützen.

O-Ton 9: (Voss-Andreae 1)

"Was wir vor uns haben, ist eine etwa drei Meter lange Röhre aus Stahl. Sie ist aus einzelnen Teilen zusammengesetzt, so ähnlich wie eine Pipeline mit Flanschen,

nennt man das. D.h. Scheiben, die mit vielen Schrauben verbunden sind. Das ist sehr viel körperliche Arbeit, diese Flansche ab- und wieder anzuschrauben. Das muss so eng verbunden sein, damit wirklich kein Luftmolekül von außen da reintritt."

Atmo 9: Ventil aufdrehen

O-Ton 10: (Voss-Andreae 2)

"Die Kohlenstoffteilchen werden eingefüllt in die Anlage. Die werden erhitzt und fliegen dann durch diese gesamten drei Meter der Anlage durch. Die haben Geschwindigkeiten in der Größenordnung von 200 Meter pro Sekunde. Das sind etwa 800, 900 km/h, also so schnell wie ein Flugzeug."

Atmo 10: Ventil schließt

O-Ton 11: (Voss-Andreae 3)

"Es gibt Segmente mit etwa armdicken Rohren. Das sind die dünnsten Stellen. Und die dicksten Stellen sind etwa wie eine LP, so 30-40 cm Durchmesser. Dieses mittlere Segment, dieses ganz dicke Teil da, was so ein bisschen aussieht wie ein Schwein, weil es vier Beine hat und groß ist, es wird auch das Schwein genannt von uns, da geschieht das meiste an physikalisch wichtigen Dingen."

Atmo 11: Stickstoffgas zum Lüften

O-Ton 12: (Voss-Andreae 4)

"Hier in der Mitte der Anlage passiert das. Dort werden die Teilchen auf eine Struktur geschickt, die so ähnlich aussieht wie ein Grillrost. Wobei die einzelnen Gitterstäbe dieses Rostes näher beieinander sind als die Wellenlänge von Licht - man kann's unterm Mikroskop schon nicht mehr sehen. Ich schicke ein einzelnes Teilchen durch. Es verhält sich als Welle und tritt als Welle durch zwei Gitteröffnungen gleichzeitig, wird hinten wieder als ein Teilchen gemessen und zeigt aufgrund dieses wellenhaften Durchgangs durchs Gitter Welleneigenschaften."

Wenn die Teilchen keine Wellen wären, dann würden sie sich verhalten wie Objekte, die wir aus unserem täglichen Leben kennen. Beispiel: Wir nehmen einen Fußball und schießen ihn auf eine Mauer, in der zwei Öffnungen sind. Dann wissen wir genau: Entweder geht der Fußball durch die eine Öffnung oder durch die andere. Was wir nie sehen ist, dass er merkwürdig durch beide Öffnungen gleichzeitig geht und dann hinten sich merkwürdig wieder als ein Teilchen verhält. Aber das ist genau das, was man hier sieht in diesem Experiment für die ganz kleinen winzigen fußballförmigen Moleküle."

Atmo 12: raus aus Fulleren-Labor, Kreuzblende zu:

Atmo 13: Vortrag Campbell

Sprecherin: Montag, später Nachmittag. Eleonor Campbell aus Göteborg hält einen Seminarvortrag. Es ist ihr gelungen, Kohlenstoff-Fußbälle zu noch größeren Teilchen zusammenzufügen. Jedes dieser Teilchen besteht aus 13 Fußbällen.

Atmo 14: Applaus-Klopfen, Stimmengewirr

Sprecherin: Campbells Vortrag bringt Zeilinger und Arndt auf eine Idee, über die sie den Rest des Tages diskutieren werden: Würden sich auch diese Fußball-Klumpen in ihrer Apparatur wie Quanten verhalten?

O-Ton 13: (Arndt 3)

"Das ist wahrscheinlich das leichteste Experiment von jetzt aus: Dass man einfach statt einem solchen Molekül jetzt 13 nimmt. Bei dem Molekül mit 13 hat man eines in der Mitte und zwölf außen drum. Dieses C60-dreizehn scheint ja Frau Campbell in Göteborg gut produzieren zu können. Und wir haben jetzt auch was gelernt von ihr. Und vielleicht ist das ein möglicher nächster Kandidat. Das kann halt auch alles völlig scheitern. Wir glauben natürlich, dass alles funktioniert. Das ist der Reiz, aber auch das Risiko."

Sprecherin: Lichtteilchen, Atome, Kohlenstoffmoleküle - alle sind Quanten, sind Teilchen und Welle. Gehören auch Viren, Bakterien oder Mäuse zu dieser Quantenwelt? Sind Bedingungen vorstellbar, unter denen auch der Mensch zum Quantenwesen werden kann, das zwei Türen gleichzeitig durchschreitet? Das sich teleportieren, das sich beamen lassen kann?

O-Ton 14: (Zeilinger 7)

"Meine Überzeugung ist, dass es hier keine prinzipielle Grenze ist. Sondern das ist nur eine Grenze der experimentellen Durchführbarkeit und Realisierbarkeit."

Klangcollage: "Quantenbillard", darüber

Zitator: "Was Ihnen auffällt, ist ein quantenmechanisches Phänomen", sagte der Professor. "Der Besitzer dieses Raumes hat verschiedene Gegenstände zusammengetragen, die, wenn ich mich so ausdrücken darf, an 'Quantenelefantiasis' leiden. Und so können Sie leicht mit dem freien Auge Dinge beobachten, die der Naturwissenschaft erst mit Hilfe außerordentlich empfindlicher Methoden zugänglich geworden sind. Schauen Sie, ich werde jetzt die Lage der Billardkugel dadurch begrenzen, dass ich sie in diesen hölzernen Triangel lege." Sobald die Kugel im Triangel lag, erfüllte ein elfenbeinfarbener Schimmer das ganze Dreieck.

Klangcollage: mit Akzent endend

Atmo 15: Arbeiten, Klopfen, Labor, leise Stimmen

Sprecherin: Dienstagmorgen, ein anderes Labor der Arbeitsgruppe Anton Zeilinger. Hier findet das zweite Experiment statt, die Quantenteleportation. Zwei Physiker des Teams justieren mit winzigen Schraubenziehern einen Laser. Ihr Ziel: Die Optimierung der Teleportation.

O-Ton 15: (Zeilinger 8)

"Die Idee zur Quantenteleportation wurde 93 geboren von einer internationalen Gruppe von theoretischen Kollegen. Und wie das damals herauskam, war meine Reaktion und auch die Reaktionen meiner Gruppe, dass das unmöglich ist, das experimentell zu verwirklichen. Ohne dass wir wussten, dass wir an den dafür notwendigen Bausteinen schon gearbeitet hatten. Und es stellte sich dann nach zwei, drei Jahren heraus, dass das eigentlich eine ganz klare Entwicklungsrichtung für uns ist. Also eigentlich ein reiner Zufall. Und dann dauerte es noch weitere zwei Jahre, bis das Experiment klappte."

Sprecherin: Teleportation von Lichtquanten. Grundlage dafür sind zwei Lichtteilchen, die simultan in einer Spezialapparatur erzeugt werden. Dadurch sind sie "verschränkt", sind auf rätselhafte Weise miteinander verknüpft.

O-Ton 16: (Zeilinger 9)

"Der Österreicher Erwin Schrödinger hat diesen Begriff 'Verschränkung' geprägt, um zu beschreiben, dass zwei Systeme auf ganz intime Weise zusammenhängen können.

Eine physikalische Erklärung gibt es. Die folgt aus der Quantentheorie. Die sagt einfach, dass zwei Systeme, auch wenn sie über große Entfernungen getrennt sind, noch immer in irgendeiner Form zusammenhängen - auf eine Weise, die in der klassischen Physik nicht möglich ist. Man kann das nicht als eine Kraft sehen - da gibt's so New Age-Leute, die da von einer mysteriösen Kraft reden wollen. So kann man das alles nicht sehen. Wir wissen aber heute, dass es hier keine Kraft gibt, dass sich hier nicht irgendeine Welle ausbreitet oder irgendetwas. Sondern das ist schlicht und einfach so, und basta."

Klangcollage: (verfremdete Würfelgeräusche)

Stimme 1 (rechts): "vier", Stimme 2 (links): "vier"

Stimme 1: "sechs", Stimme 2: "sechs"

Stimme 1: "drei", Stimme 2: "drei", usw.

darüber:

O-Ton 17: (Zeilinger 10)

"Das ist so, wie wenn ich zwei Würfel hätte, die auf eine mysteriöse Weise so funktionieren, dass sie, wenn ich sie beide gleichzeitig würfle, sie immer die gleiche Zahl ergeben. Und dann stellt sich heraus, dass nach der Quantenmechanik die immer die gleiche Zahl geben - ganz egal, wie weit sie getrennt sind. Also wenn ich den einen hier würfle und den anderen am Ende des Milchstraßensystems - wenn ich das gleichzeitig mache, werden sie auch die gleiche Zahl geben. Die sind eben ein

System und nicht trennbar. Die bilden eine Einheit. Das ist ein Würfelpaar und eigentlich nicht zwei getrennte Würfel."

Klangcollage: ausblenden

Sprecherin: Die Verschränkung hat Folgen. Wird eines der beiden Lichtteilchen von einem Detektor eingefangen und auf seine Eigenschaften hin untersucht, so stehen gleichzeitig auch die Eigenschaften des anderen Lichtteilchens fest. Beispiel: Misst der Detektor die Schwingungsrichtung eines Lichtteilchens, so steht im selben Augenblick die Schwingungsrichtung des anderen Teilchens fest.

O-Ton 18: (Zeilinger 11)

"Die Quantenphysik - das war ja damals nur Theorie - hat vorhergesagt, dass das ohne Zeitverzögerung gehen kann über große Entfernungen - instantan. Und das hat Einstein als spukhafte Fernwirkung bezeichnet. Deshalb mochte er das auch nicht, und hat das Zeit seines Lebens kritisiert, die Quantentheorie, aus diesem Grund. Und hat gemeint, es müsste irgendwelche verborgenen Eigenschaften der Systeme geben, die wir nicht kennen, die dann letztlich das Messergebnis in jedem einzelnen Fall festlegen. Man hat das verborgene Parameter genannt."

Sprecherin: Albert Einstein, das Genie, Schöpfer der Relativitätstheorie - und Zweifler an der verrückten Welt der Quanten.

O-Ton 19: (Zeilinger 12)

"Einstein hatte Unrecht. Quantenphysik ist korrekt. Wir müssen also mit dieser spukhaften Fernwirkung leben."

Klangcollage: "Quantenbillard", darüber

Zitator: "Da haben Sie es!" sagte der Professor. "Ich habe die Lage der Kugel auf die Grenzen dieses Dreiecks festgelegt, also bis auf wenige Zentimeter bestimmt. Das Ergebnis ist eine beachtliche Unschärfe der Geschwindigkeit, das heißt die Kugel bewegt sich in ihrer Umgebung blitzschnell hin und her."

Mr. Tompkins beobachtete gerade noch, wie die Kugel in ihrem Gefängnis hin und her schoss wie ein Tiger in seinem Käfig, als sich plötzlich etwas Ungewöhnliches ereignete. Die Kugel "sickerte" einfach durch die Wand des Triangels und rollte im nächsten Moment in einen entfernten Winkel des Billardtisches. Das Sonderbare daran war, dass sie nicht etwa über die hölzerne Einfassung sprang, sondern diese einfach durchdrang, ohne sich dabei von der Tischfläche zu erheben.

Klangcollage: mit Akzent endend

Atmo 16: Gang in Treppenhaus

Sprecherin: Dienstagvormittag. Anton Zeilinger auf dem Weg ins Laserlabor, das Labor für die Teleportation. Es liegt in einer Seitenstrasse gegenüber vom

Hauptgebäude, im Erdgeschoss eines Wohnhauses. Zeilinger spricht über Formalitäten, über Anträge, Berichte und Finanzen.

O-Ton 20: (Zeilinger 13) (beginnt mit Türeenschlagen)

"Das ist viel Arbeit. Und das ist eigentlich unterm Strich uneffizient. Nicht nur bei uns, sondern international geht sehr viel eigentlich verloren dadurch, dass man so viel Zeit mit Anträge schreiben verbringen muss. Das wäre besser, wenn man das unmittelbar mit der Physik verbringen könnte, diese Zeit. Würde unterm Strich sicher mehr herauskommen.

Das Schönste ist, wenn man gemeinsam mit den Leuten in meiner Gruppe an einer neuen Frage arbeitet. Wenn man diskutiert und mal ausprobiert, versucht, was gehen könnte, was nicht gehen könnte. Das ist das Spannendste. Diese bürokratischen Dinge, die ständigen Telefonate, das ist das Mühsamste an meinem Job. Das mag ich am wenigsten."

Atmo 17: Straße

O-Ton 21: (Zeilinger 14)

"Wir gehen da hinüber. Und dort in dieses Haus gehen wir hinein, das Portal, das neu renovierte."

(Atmo, Türeenschlagen)

"Hello. How are we?" Murmeln, Fachchinesisch, darüber

Sprecherin: Zeilingers Laserteam ist international. Ohne Umschweife beginnt an der Tafel eine Diskussion. Es gibt ein Problem.

Atmo 18: Diskussion an Tafel

Atmo 19: "I keep saying that for a long time. I told you long ago. Did you really try it? What did you try?"

Sprecherin: Anton Zeilinger ist unzufrieden. Immer und immer wieder habe er es gesagt, habe auf das Problem hingewiesen.

Atmo 20: "My question: Why are this so far away? ..."

Sprecherin: Die Diskussion verlagert sich von der Tafel zum Experiment. Ein Spezialkristall, der rotes in ultraviolettes Laserlicht verwandelt, geht immer wieder kaputt. Von Kollegen hatte Zeilinger gehört, dass das Problem zu lösen sei, wenn man den Kristall in Sauerstoffgas badet.

O-Ton 22: (Zeilinger 15)

"Das ist oft so. So was kann passieren. Auf das Problem hatte ich schon vor zwei Jahren hingewiesen. Das Problem ist: Man kann nicht immer ständig darauf bestehen, dass es genauso gemacht wird, wie man will. Das gehört ja mit zur

Ausbildung, dass die Leute ihre Fehler machen, nicht? Aber irgendwann einmal muss es geschehen. Das ist wichtig."

Atmo 21: Labor

Sprecherin: Eine Stunde später. Zeilinger ist gegangen, die drei Forscher beginnen, eine neue Versuchsreihe vorzubereiten. Sara Gasparoni, Doktorandin aus Neapel. Jian-Wei Pan, Postdoc aus Schanghai. Und Matthew Daniell, Doktorand aus Brisbane.

O-Ton 23: (Daniell 1)

"Very huge, big table, lots of lasers on it, expensive equipment, lots of optics, computers, lots of stuff like that. ..."

Übersetzer: Ein Riesentisch, darauf diverse Laser, teure Geräte, lauter optische Elemente, Computer und alles so ein Zeug: Linsen, `nen Haufen Spiegel und optische Filter. Und die Detektoren: Sie sind extrem teuer und extrem empfindlich - sie können ein einzelnes Photon nachweisen, ein einzelnes Lichtteilchen. Das ist die kleinste Menge von Licht, die man sich vorstellen kann. Und die Detektoren können sie aufspüren.

... That's the smallest amount of light you can have, and they should be able to detect it."

O-Ton 24: (Gasparoni 1)

"There is this laser light coming from this laser. ..."

Übersetzerin: Aus diesem Laser hier kommt ein ultravioletter Lichtstrahl. Dieser UV-Strahl wird auf einen Kristall gelenkt, und dieser Kristall spaltet das UV-Licht auf in ein Paar aus Photonen, die verschränkt sind. Genau diese verschränkten Photonen brauchen wir für die Teleportation. Der Punkt ist nämlich, dass jedes der beiden Zwilling-Photonen immer weiß, was das andere gerade tut, selbst wenn sie kilometerweit voneinander entfernt sind. Und zwar unendlich schnell, in Null Komma nichts, wirklich gleichzeitig.

There are seperated in path and we make them travel to different ways ...

Übersetzerin: Wir schicken die beiden Zwilling-Photonen auf unterschiedliche Wege. Das eine fliegt also in diese Richtung hier, das zweite in eine andere Richtung.

There is a beam splitter, which is very simply a mirror ...

Übersetzerin: An einem speziellen Spiegel überlagern wir das eine der beiden verschränkten Photonen mit einem anderen Photon - dem Photon, das wir teleportieren wollen - sozusagen der Passagier. Das Entscheidende: Durch die Überlagerung mit dem einen Zwilling verschränken wir den Passagier mit dem anderen, mit dem, der einen Meter weit entfernt ist. Genau dadurch erreichen wir die Teleportation. Denn durch die Verschränkung nimmt der zweite, der entfernte Zwilling blitzschnell die Eigenschaften des Passagiers an.

... and the other one will be automatically converted in the original one."

O-Ton 25: (Pan 1)

"Actually in the current experiments we are going to improve the teleportation..."

Übersetzer: Mit den Experimenten, die wir hier vorbereiten, wollen wir die Qualität der Teleportation verbessern. Außerdem wollen wir Quantenzustände, z.B. eine bestimmte Schwingungsrichtung, per Glasfaser über größere Entfernungen teleportieren, bis zum anderen Ende des Campus, über eine Strecke von einem Kilometer."

... 1 kilometre as long."

O-Ton 26: (Daniell 2)

"The aim is to learn more about a fundamental theory of physics ..."

Übersetzer: Das Ziel ist, mehr über eine fundamentale Theorie der Physik zu erfahren, die Quantenmechanik. Inzwischen verspricht die Teleportation aber auch praktische Anwendungen, etwa für die Kommunikation der Zukunft, oder für neuartige Computer. Aber wir hier interessieren uns vor allem für die physikalischen Grundlagen.

... fundamental physics that we can learn."

O-Ton 27: (Daniell 3)

"Any way after 12 ..."

Übersetzer: Oft verbringen wir mehr als 12 Stunden in diesem Labor. Doch verglichen mit vielen anderen Experimenten haben wir es noch leicht. Andere Experimente sind noch schwieriger als unseres. Ich kenne Experimente, an denen sie an meisten Tagen bis Mitternacht arbeiten, und trotzdem kommt dabei nicht viel heraus.

... and not getting much done."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel" (verschwommene Geräusche von Elefanten, Tigern, Gazellen), darüber

Zitator: Mr. Tompkins lag im Bett und schlummerte noch, als er plötzlich das Gefühl hatte, dass sich außer ihm noch jemand anderes im Raum befand. Er sah sich um und erblickte seinen alten Freund, den Professor, im Lehnstuhl sitzend und in das Studium einer Landkarte vertieft, die er auf seinen Knien ausgebreitet hatte.

"Kommen Sie mit?" fragte der Professor und hob den Kopf. "Wohin?" erwiderte Mr. Tompkins und wunderte sich dabei noch immer darüber, wie der Professor in das Zimmer gekommen sein könnte.

"Die Elefanten anschauen natürlich und die anderen Tiere des Quantendschungels."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", ausblenden

Sprecherin: Dienstagmittag. Julian Voss-Andreae sitzt in seinem Büro und plant ein neues Experiment - das Experiment für seine Doktorarbeit. Überall in seinem Büro hängen Computerbilder von komplexen, in sich gewundenen Molekülen.

O-Ton 28: (Voss-Andreae 5)

"Diese Gruppe hat es geschafft, diese C60-Moleküle, die Fullerene, zu beugen. Beugen heißt, die Welleneigenschaften zeigen. Ich denk halt darüber nach, ob es eine Möglichkeit gibt, das für größere Moleküle zu skalieren, auf größere Moleküle das gleiche Experiment. Das heißt Massen zu benutzen, die etwa hundert Mal größer sind als die Fullerene. Und da bieten sich Biomoleküle an, Eiweiße, Proteine.

Je schwerer ein Objekt ist, desto kleiner wird die Wellenlänge, desto schärfer erscheint es uns in unserer Welt. Ein Fulleren hat Pikometer. Pikometer sind 10 hoch minus 12 Meter. Das sind also ein Millionstel Millionstel Meter. Und von den Biomolekülen wäre die Wellenlänge noch mal, weil die Masse hundert Mal größer ist, noch mal hundert Mal kleiner. Je kleiner die Wellenlänge ist, desto größere Probleme hat man, überhaupt diese Strukturen zu sehen.

Und zwar ist das für mich völlig neu dieses Thema. Ich habe diese Moleküle nie vorher realisiert, dass es die gibt. Das ist z.B. Insulin, das wäre das kleinste, über Lysozym, Zytochrom-C, Myoglobin bis zu Albumin.

Das Problem ist, dass wir einen gebündelten Strahl von Biomolekülen herstellen müssen. Es müssen möglichst viel hintereinander weg durch die Luft fliegen auf einem möglichst wohl definierten Weg. Keiner weiß, ob das klappen wird.

Atmo 22: Tafelwischen, Schreiben mit Kreide

Sprecherin: Dienstagnachmittag. Caslav Brukner, theoretischer Physiker aus Jugoslawien, steht an der Tafel und trägt Anton Zeilinger seine neusten Ergebnisse vor.

Atmo 23: Brukner mit Einwänden von Zeilinger, „Und jetzt kommt das Interessante ...“

O-Ton 29: (Zeilinger 16)

"Wir haben gelernt durch die Entwicklungen der letzten Jahre, dass die Quantenphysik letztlich eine Informationstheorie ist. Das ist eine Theorie, die uns darüber Aussagen macht, was an Information möglich ist und wie Information übertragen werden kann. Wenn ich mir sorgfältig überlege prinzipiell, was Information übertragen bedeutet, und was Information kodieren bedeutet, dann glauben wir, kann man den Spieß umdrehen. Man kann aus einer sehr sorgfältigen Analyse der Frage, was Information ist, auf wesentliche Strukturen der Quantenphysik kommen."

Atmo 24: "Das Ergebnis ..." "Für mich ist das ein weiterer Schritt ..." "Das ist hübsch, ist wirklich hübsch..."

O-Ton 30: (Zeilinger 17)

"Es bedeutet ungefähr das Folgende: Die Quantentheorie liefert einige wirklich paradoxe Vorhersagen. Einige Dinge, die eigentlich nicht oder nur sehr schwer

anschaulich zu verstehen sind. Die Entwicklung seit den 30er Jahren war oft die, dass Leute versucht haben, hier Auswege zu finden aus diesen paradoxen Situationen. Das waren z.B. Versuche, verborgene Variablen zu finden, um zu erklären, wie diese Quantenkorrelationen zustande kommen. Die Lehre daraus ist unserer Meinung nach, dass das nicht geht. Man kann kein Verständnis der paradoxen Situationen auf eine anschauliche Weise gewinnen. Was aber geht, und das ist unser Ansatz, ist, dass wir sehr wohl ein Verständnis gewinnen können, warum die Struktur der Quantenmechanik so ist, dass so seltsame Dinge herauskommen."

Atmo 25: "Das ist sehr schön. Da kommt direkt das normale Bit herein, wirklich verblüffend." "Das ist hochinteressant!"

O-Ton 31: (Zeilinger 18)

"Letztlich können wir über die Natur selber eigentlich nichts aussagen. Sondern wir können nur über die Natur sprechen. Wir können nur analysieren, was über die Natur gesagt werden kann. D.h. letztlich sprechen wir über die Apparate, über die Messgrößen, und konstruieren daraus eine Welt. Diese Welt ist jedoch eine Konstruktion."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", darüber

Zitator: Mr. Tompkins besah sich den Elefanten von allen Seiten; es war ein besonders schönes, großes Tier, doch es benahm sich nicht anders als die, die er im Zoo gesehen hatte. Er wandte sich an den Professor. "Sie sagten, das sei ein Quantenelefant; aber ich finde, er sieht wie ein ganz gewöhnlicher Elefant aus. Er benimmt sich auch nicht so komisch, wie die Billardkugeln, die aus den Stoßzähnen seiner Verwandten angefertigt wurden. Warum verschmiert er sich nicht in alle Richtungen?"

"Sie begreifen aber ziemlich langsam", antwortete der Professor. "Das kommt von seiner großen Masse. Ich habe Ihnen doch schon vor einiger Zeit erklärt, dass jede Unschärfe des Ortes und der Geschwindigkeit von der Masse abhängt: je größer die Masse, desto kleiner die Unschärfe."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", ausblenden

Atmo 26: Tastaturtippen, Gemurmel, Maus

Sprecherin: Dienstagabend. Julian-Voss-Andreae sitzt noch vor seinem Computer. Online-Recherche im Internet, Suche nach Informationen über ein spezielles Protein.

O-Ton 32: (Voss-Andreae 6)

"Ich hab hier ein Wort bzw. eine Abkürzung. Und ich glaube, das ist irgendein leuchtendes Protein. Um jetzt herauszubekommen, worum es sich dabei handelt, tippe ich jetzt einfach GFP ein in Altavista. Altavista ist ein Suchprogramm. D.h. ich nehme eine Bildersuche, da hat man das noch anschaulicher. Jetzt tippe ich die

Abkürzung GFP ein und kuck´ mal, was passiert. Und wir sehen, es tauchen viele Bilder auf, Messkurven hauptsächlich. Und hier leuchtet schon was Grünes in den ersten 20 Bildern. Jetzt kuck´ ich mir die nächsten an. Aha - mehr grüne Strukturen, die leuchten. Aha - und dann klick´ ich diese Seite an, und ich stell jetzt gerade fest: Das ist ein Protein, das die Molekulargenetiker offensichtlich benutzen, um bestimmte Gensequenzen zum Leuchten zu bringen. Und hier sieht man, dass das ein Protein ist, was aus der Qualle kommt.

Und sicherlich gibt's irgendwo auch Informationen über die Struktur dieses Proteins. Da haben wir schon was. Aha - da sieht man jetzt den Menschen, der die Struktur aufgeklärt hat. 1996 ist das, sehe ich hier. Und dort finde ich auch ein Bild dieses Moleküls. Und das hilft schon enorm weiter.

Was eben der Grund ist, warum ich jetzt danach gesucht habe ist, dass es in der Natur dazu dient, eine Qualle im Wasser zum Leuchten zu bringen, die damit ihre Feinde erschreckt. Und bei uns könnte das dazu dienen, die Detektion zu erleichtern. D.h. wir können ultraviolettes Licht darauf strahlen und bekommen ein grünes Licht zurück. Und das kann man genau detektieren, wo das herkommt. Das würde uns die Möglichkeit geben, genau nachzuweisen, an welcher Stelle dieses Molekül gelandet ist, nachdem es durch die Apparatur gegangen ist."

Atmo 27: Stimmengewirr, Frühstück, "Oh ja herrlich"

Sprecherin: Mittwochmorgen. Das wöchentliche Arbeitsfrühstück. Der Chef hat - wie in jeder Woche - Apfelstrudel mitgebracht.

Atmo 28: "So, was müssen wir besprechen heute?"

Sprecherin: Die Sekretärin trägt vor: Der neunjährige Sohn eines Doktors aus der Schweiz habe von den Arbeiten des Professor Zeilinger gehört und will am 21. des Monats dessen Labor besuchen. Wer möchte sich um den Buben kümmern?

Atmo 29: "Also ich bin am 21. nicht da. Wer unterhält sich mit einem Neunjährigen? Sein Papa hält ihn offenbar für einen Wunderknaben." "Das macht doch jeder Papa, oder?" Lachen.

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", darüber

Zitator: In diesem Augenblick ließ ein schreckliches Gebrüll die Luft erzittern, und ihr Elefant machte so einen heftigen Satz, dass Mr. Tompkins beinahe abgeworfen worden wäre. Ein großes Rudel Tiger griff den Elefanten an und sprang gleichzeitig von allen Seiten auf ihn ein. Sir Richard griff schnell nach seiner Flinte, zielte genau zwischen die Augen des ihm am nächsten befindlichen Tieres und drückte ab. Gleich darauf hörte ihn Mr. Tompkins einen unter Jägern gebräuchlichen Fluch ausstoßen. Sir Richard hatte genau durch den Kopf des Tigers hindurch geschossen, ohne das Tier dabei auch nur im Geringsten zu verletzen.

"Schießen Sie weiter!" schrie der Professor. "Knallen Sie einfach wild um sich, egal wohin. Es ist nur ein Tiger, er hat sich jedoch rund um unseren Elefanten verschmiert."

Der Professor packte selbst ein Gewehr, und das Knallen der Schüsse vermischte sich mit dem Gebrüll des Quantentigers. Eine der Kugeln traf den Punkt; zu Mr. Tompkins größtem Erstaunen wurde der Tiger - denn plötzlich war nur mehr ein einziger vorhanden - in einem gewaltigen Bogen durch die Luft geschleudert; sein toter Körper landete irgendwo in einem weit entfernten Palmenhain.

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", ausblenden

O-Ton 33: (Zeilinger 19)

"Zum Teil gab's natürlich große Missverständnisse in den Medien. Es geht eben nicht darum, ein Objekt von hier dorthin zu beamen. Da muss man vorsichtiger sein. Auf der anderen Seite hoffe ich doch, damit ein bisschen zur öffentlichen Akzeptanz der Wissenschaft beizutragen. Wenn es einem gelingt, ein bisschen von der eigenen Begeisterung einem breiteren Publikum zu übertragen, dann freut einen das, nicht?"

Klangcollage: (verfremdete Würfelgeräusche)

Stimme 1 (rechts): "vier", Stimme 2 (links): "vier"

Stimme 1: "sechs", Stimme 2: "sechs"

Stimme 1: "drei", Stimme 2: "drei", usw.

Sprecherin: Angenommen, Alice entdeckt auf einem Lichtjahre entfernten Planeten ein seltenes, wertvolles Mineral. Angenommen, sie könnte diese Nachricht ihrem Freund Bob auf die Erde teleportieren - in Überlichtgeschwindigkeit, in Echtzeit, damit Bob aus dieser Nachricht ein Vermögen an der Börse macht. Kommt die Nachricht unverfälscht auf der Erde an? Zeigt der Quantenwürfel auf der Erde tatsächlich dieselbe Zahl wie der Würfel auf Alice' Planet?

O-Ton 34: (Zeilinger 20)

"In einem von vier Fällen sind sie identisch. Dann hat Bob gleich die richtige Nachricht. In den anderen drei Fällen weiß ich: Es ist nicht die richtige Zahl oben, sondern ich muss den Würfel drehen um eine von drei Richtungen. D.h. Bob bekommt, wenn er den Knobelbecher umdreht, eine von vier Zahlen. Und er weiß nicht: Ist es die richtige, oder muss ich meinen Würfel noch drehen? Und diese Nachricht, wie er den Würfel drehen muss, die muss er von Alice bekommen, um das tatsächlich ausnützen zu können. Das geht nur durch einen klassischen Kommunikationskanal, also Telefonat oder irgendetwas anderes."

Klangcollage: (verfremdete Würfelgeräusche)

Stimme 1 (rechts): "vier", Stimme 2 (links): "eins"

Stimme 1: "sechs", Stimme 2: "drei"

Stimme 1: "drei", Stimme 2: "fünf", usw.

Sprecherin: Eigenschaften können teleportiert werden, nicht aber Signale und Informationen. Einsteins Relativitätstheorie bleibt also gültig: Kein Signal kann schneller sein als das Licht!

Die teleportierte Nachricht von Alice bleibt also unvollständig, quasi verschlüsselt. Und der Schlüssel, der entscheidende Code, lässt sich nicht teleportieren. Er muss auf normalem Wege geschickt werden, per Funkspruch oder Telefon.

Klangcollage: (verfremdete Würfelgeräusche), ausblenden

O-Ton 35: (Zeilinger 21)

"Die nächsten Schritte werden wahrscheinlich einzelne Atome sein. Irgendwann wird man zu Molekülen kommen. Es ist sicher so, dass irgendwann mal das mit Makromolekülen funktionieren wird. Ich persönlich glaube, dass das mit Molekülen funktionieren wird, die durchaus so groß sind, dass sie Viren sein können. Wo es dann weitergeht - da möchte ich mich auf nichts einlassen.

Es hat etwas Philosophisches schon gebracht. Es wirft die Frage neu auf: Wann sind zwei Dinge identisch? In dem Teleportationsexperiment übertrage ich den Quantenzustand von einem Teilchen auf ein anderes. Die Substanz selbst übertrage ich nicht.

Wenn ich diese Teleportation bei einem Atom mache zum Beispiel, ist es nicht das gleiche Atom. Jedoch unterscheidet sich das neue vom alten in keiner Weise. Es gibt keine Möglichkeit, irgendwie festzustellen, dass das nicht das Original ist. Das ist noch stärker identisch als etwa identische Zwillinge. Und damit ist es eigentlich das Original."

Atmo 30: Büro, Zeilinger unterschreibt Formulare

Sprecherin: Mittwochmittag. Im Büro des Chefs: Möbel aus Mahagoni, klare, schlichte Formen. Zwei Schreibtische, auf dem kleineren ein Computer mit Flachbildschirm. Parkettboden, Fernseher mit Videorecorder, Sitzgruppe mit rotem Sofa. An der Wand ein Foto, es zeigt Anton Zeilinger an seinem Laserexperiment, daneben ein Mann, in rotes Tuch gehüllt. Der Dalai Lama, das geistige Oberhaupt des tibetanischen Buddhismus. Eine Erinnerung an einen ungewöhnlichen Besuch. Drei ganze Tage hatte der Dalai Lama im Sommer 1998 im Labor von Anton Zeilinger verbracht, hatte die Experimente beobachtet und mit Physikern diskutiert.

(O-Töne evtl. unterlegt bzw. unterbrochen von Klangcollage "Tibet")

O-Ton 36: (Zeilinger 22)

"Der Kontakt wurde hergestellt von amerikanischen Kollegen, die ich kenne von der Quantenphysik her, und die einen Kontakt haben mit buddhistischen Kreisen in den USA. Und der Dalai Lama war damals an diese Leute herangetreten und hat seinen Wunsch geäußert, mit Quantenphysikern zu diskutieren. Ich war der einzige Experimentator. Die anderen waren Theoretiker. Es war meine erste Begegnung mit dem Buddhismus. Und dann gleich Gespräche mit einem der Führer!

Der Dalai Lama ist ein Mensch, der sich sehr für Wissenschaften interessiert. Der hat ein naturwissenschaftliches Denken eigentlich. Das ist sehr klar, sehr logisch. Und immer hinterfragen, ob etwas, was wir Wissenschaftler ihm sagen, ob das wirklich so stimmt oder nicht, wie weit wir das belegen können, wie weit das Vermutungen sind usw. Und das war einfach ein Vergnügen, mit jemandem zu diskutieren, der an das Ganze sehr konsequent und logisch, aber durchaus auch sehr freundlich herangeht.

Das kommt daher, dass im tibetischen Buddhismus es eine große Tradition gibt des Dialogs. Die Mönche werden jahrelang geschult, im Dialog einander zu überzeugen. Dieser wissenschaftlich rationale logische Diskurs hat dort eine Jahrtausende Jahre alte Tradition. Und das merkt man. Die Leute sind wirklich geschult, in der Argumentation des Gegenübers sofort irgendwelche Schwachstellen zu entdecken.

Vom Inhalt her gab's natürlich Dinge, die uns sehr interessiert haben. Nämlich dann, wenn wir zuhören durften. Wenn der Dalai Lama uns Grundzüge des tibetischen Denkens, des buddhistischen Denkens mitgeteilt hat. Insbesondere Grundzüge, die man im Westen mit Erkenntnistheorie bezeichnen würde oder Naturphilosophie. Das war schon sehr spannend.

Für die gibt es keinen Beginn, wie es ihn für uns gibt. Sowohl religiös gibt es einen Beginn, als auch den Urknall. Der Urknall ist für uns eine Möglichkeit, nach der es irgendwann begonnen hat und die Frage nach dem Davor eine sinnlose Frage ist. So etwas würde den Auffassungen des tibetischen Buddhismus widersprechen. Da gibt es keine Schöpfung und auch keine Schöpfung, auch keinen Gott.

Das Interessanteste für mich war, dass man dort auch diesen Streit hatte, den ich den Streit zwischen den Idealisten und Realisten bezeichnen würde. Und man hat dort einen Mittelweg gefunden, indem die Welt nicht ohne uns existiert, jedoch auch nicht nur durch uns existiert. So ein Mittelweg zwischen einem Materialismus und einem Idealismus. Und das dürfte doch gewisse Parallelen haben in einigen Dingen in der modernen Physik, insbesondere in der philosophischen Interpretation der Quantenphysik.

Es gibt einen Punkt, wo wir einen klaren Widerspruch gefunden haben. das war der Punkt, wo wir behauptet haben, dass das quantenmechanische Einzelereignis etwas rein Zufälliges ist. Und dass wir in der Quantenphysik zur Auffassung gekommen sind, dass es hierfür auch keine verborgenen Ursachen gibt, dass das reiner Zufall ist. Und da haben wir ganz klar einen deutlichen Widerspruch gespürt. Es kann nichts geben, für das es nicht eine Ursache gibt. Und da hat er eben gemeint, wir müssten einfach genauer nachsehen, und dann würden wir schon eine Ursache finden."

Klangcollage: Tibet, ausblenden

O-Ton 37: (Zeilinger 23)

"Ich glaube, wir sollten uns als Naturwissenschaftler nicht beschränken, unsere Ideen nur aus der naturwissenschaftlichen geistigen Tradition zu beziehen. Da gehören sicherlich dann auch Philosophie und theologische Ansätze dazu. Das andere wäre mir eine zu enge Weltsicht."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", darüber

Zitator: "Schauen Sie, Gazellen! Und gleich so viele!" rief Sir Richard und hob die Flinte. Tatsächlich brach eine große Gazellenherde aus dem Bambusdickicht hervor. Sir Richard war eben im Begriff, sein Gewehr in Anschlag zu bringen, als ihn der Professor zurückhielt:

"Vergeuden Sie ihre Patronen nicht", sagte er. "Die Chance, das Tier zu treffen, ist sehr gering, Bewegt sich ein Körper durch eine regelmäßige Reihe von Öffnungen hindurch, zum Beispiel zwischen den Bambusstämmen, dann zeigt er Beugungserscheinungen. Wir sprechen daher auch vom Wellencharakter der Materie."

Klangcollage: "Quanten-Dschungel", ausblenden

O-Ton 38: (Zeilinger 24)

"Ich bin schon überzeugt, dass einige Dinge, die man in der Physik findet, auch Konsequenzen für die Alltags-Weltanschauung haben. Wenn wir etwa sagen, dass die Eigenschaften der Dinge, die wir beobachten, die wir messen, vor der Beobachtung nicht vorhanden sein konnten, dann ist das schon etwas, das nicht nur auf den physikalischen Bereich beschränkt ist. Ich vermute, das ist natürlich eine Vermutung, dass unser extrem materialistisches Weltbild, das für mich das Kennzeichen zum Beginn des neuen Jahrtausends ist, wahrscheinlich nicht ganz stimmt.

Berühmte Physiker haben hier Vermutungen ausgesprochen, z.B. Erwin Schrödinger oder Wolfgang Pauli. Die haben als extremst radikale philosophische Positionen zum Teil vertreten, die heute kein Physiker wagen würde, zu formulieren. Pauli hat davon gesprochen, dass in der Quantenmechanik vielleicht eine Rückkehr der mittelalterlichen Anima mundi, des Weltgeistes, zu sehen ist. Und Schrödinger hat vermutet, dass wir mit unserem persönlichen Bewusstsein vielleicht Teile eines größeren Bewusstseins sind. Ob diese Meinungen stimmen oder nicht, sei dahingestellt. Aber es sind immerhin Aussagen von Physikern, die weit über einen reinen Materialismus hinausgehen."

Sprecherin: Mittwochnachmittag. Julian Voss-Andreae sitzt in seinem Büro und trinkt eine Tasse Kaffee.

O-Ton 39: (Voss-Andreae 7)

"Es ist sehr locker. Bei Physikern geht's eigentlich immer sehr locker zu. Aber man darf nicht vergessen, dass es auch immer eine große Anspannung ist. In jedem Hochleistungssport wie hier in der Physik wird halt auch mit Ellenbogen gekämpft.

Und es gibt immer Unausgesprochenes. Gerade in der Physik, wo alle immer betont locker sind, gibt's viel Beobachtung der Leute gegenseitig, ohne dass das tatsächlich auch benannt wird. Es ist einfach so ein großer Wettbewerb, der menschlich manchmal sehr anstrengend ist. Ein typisches Beispiel ist: Wer kommt aufs Paper, wer darf Mitautor sein auf einem Paper? Das ist sozusagen der Ruhm des Physikers. Das ist allgemein so bei allen Gruppen auf der Welt, die versuchen, möglichst gut zu sein.

Was ich besonders finde ist, dass in dieser Gruppe die Grundidee der Forschung eher in Richtung philosophischer Standpunkt ist. Es geht hier halt weniger um Nachmessen, sondern eher um die Philosophie, die hinter der Physik steht. Das interessiert die meisten hier, und das macht die Gruppe sehr angenehm."

Klangcollage:

O-Ton 40: (Zeilinger 25)

"Da gibt's zwei Dinge, die mir wichtig sind. Das eine ist natürlich, dass von Nichtphysikern Dinge sehr oft falsch interpretiert werden, überinterpretiert werden: Dass man sich oft die Dinge herauspicks, die einem gerade passen. Genauso wichtig ist aber auch das Problem, dass es viele Physiker gibt, die glauben, dass sie bloß aufgrund ihres physikalischen Wissens plötzlich tief greifende philosophische Revolutionen starten können. Auch hier muss man sehr vorsichtig sein. Man muss sich wirklich mit den Dingen detailliert auseinandersetzen, ehe man Aussagen treffen kann. Sowohl der Laie gegenüber der Physik als auch der Physiker gegenüber der Philosophie. Natürlich kann man nicht vollkommenes Wissen bekommen. Aber man kann sich bemühen, man kann mit Leuten sprechen. Und dann hört man schon, was wichtig ist und was nicht. Letztlich muss man sich natürlich sein eigenes Bild machen."

Klangcollage: kurz hoch, dann wieder leiser

O-Ton 41: (Zeilinger 26)

"Als Physiker ist man immer unbescheiden. Man gibt erst dann zu, dass eine Frage dem menschlichen Verstand verschlossen ist oder sinnlos ist, wenn man beweisen kann, dass sie sinnlos ist. Und soweit sind wir noch nicht."

Klangcollage: kurz hoch, dann wieder leiser

O-Ton 42: (Zeilinger 27)

"Es würde mich sehr überraschen, wenn mich die Zukunft nicht sehr überraschen würde."

Klangcollage: kurz hoch, dann wieder leiser

Absage: Quantenbillard oder: die spukhafte Fernwirkung. Ein Besuch beim österreichischen Physiker Anton Zeilinger. Von Frank Grotelüschen. Redaktion: Dorothea Runge.

Literaturzitate aus: "Mr. Tompkins´ seltsame Reisen durch Kosmos und Mikrokosmos" von George Gamov, Verlag Vieweg.