



Neues aus der Welt der Wissenschaft

[[ORF ON Science](#) : [News](#) : [Medizin und Gesundheit](#)]

Quanten können auch ohne Beobachtung verschränkt sein

Das Phänomen verschränkter Teilchen ist grundlegend für die Quantenphysik. Dass es in gewisser Weise Sinn macht, auch jenseits der Beobachtung von verschränkten Partikeln zu sprechen, erklärt der Experimentalphysiker Markus Aspelmeyer von der Gruppe Anton Zeilinger.

Unser User "sirrunrunshaw" wollte mehr über diese "spukhafte Fernwirkung" verschränkter Teilchen wissen, wie es Albert Einstein einmal genannt hat. Im Rahmen der ORF-Wissenschaftstage (10.-16. Mai 2004) haben wir Markus Aspelmeyer von der Universität Wien gebeten, die Frage der Woche von "Ask Your Scientist" zu beantworten.

Die Frage der Woche im Wortlaut

User "sirrunrunshaw": "Die Verschränkung von zwei Teilchen ist ein grundlegendes Phänomen der Quantenphysik, über deren Zustand erst durch Messung oder Beobachtung etwas ausgesagt werden kann. Ist es sinnvoll zu sagen, dass Photonen o.ä. auch ohne Beobachtung verschränkt sind, bzw. was ist eigentlich eine natürliche "Entschränkung"?"

[Zur Frage der Woche samt User-Forum](#)

Verschränkung und Entschränkung

Von Markus Aspelmeyer, Gruppe Anton Zeilinger

Das Phänomen der Verschränkung ist in der Tat *das* grundlegende Merkmal der Quantenphysik. Sind zwei Teilchen miteinander verschränkt (in unseren Experimenten in Wien sind das Lichtteilchen oder Photonen) heißt das, dass wir kein vollständiges Wissen über die Eigenschaften der Einzelteilchen haben können.

Obwohl wir die *gemeinsamen* Eigenschaften der beiden Teilchen vollständig kennen (z.B. ob beide Photonen entlang der selben Richtung polarisiert sind), sind die Eigenschaften des Einzelteilchens unbekannt.

Erst Beobachtung legt Eigenschaft fest

Mehr noch: Es macht keinen Sinn, von Eigenschaften der Einzelteilchen zu sprechen. Wir können nur dem Gesamtsystem der beiden Teilchen Eigenschaften zuschreiben. Erst durch die Messung an einem Teilchen (die Beobachtung im Experiment) wird seine Eigenschaft

festgelegt und (aufgrund der Verschränkung) instantan auch die des zweiten Teilchens. Erst die Beobachtung im Experiment legt somit die Eigenschaft des vorher verschränkten Teilchens fest.

...

Eine generelle Bemerkung zur Rolle der Beobachtung: Die Quantenphysik macht Voraussagen über den Ausgang von Beobachtungen im Experiment, d.h. jede Aussage (z.B. "die beiden Teilchen sind verschränkt") ist gleichzeitig eine Aussage über den Ausgang einer möglichen Messung am System. In diesem Sinn kann man Quantenphysik nicht unabhängig von Beobachtung betreiben.

...

Gemeinsame Teilchen-Eigenschaften auch ohne Beobachtung

Dennoch macht es Sinn zu sagen, dass zwei Teilchen auch ohne Beobachtung verschränkt sind. Dies ist eine Aussage über gemeinsame Eigenschaften der Teilchen, die auch unabhängig von der Beobachtung richtig ist.

Im Gegensatz zu der Aussage, dieses bestimmte Teilchen hat diese bestimmte Eigenschaft; diese Aussage ist sinnlos: die Eigenschaften der Einzelteilchen sind bis zum Zeitpunkt der Messung nicht definiert.

Mehr als die Summe seiner Einzelteile

Das ist genau der Unterschied zum "entschränkten" System, bei dem zu jedem Zeitpunkt die Eigenschaften der Einzelteilchen definiert sind. Darüber hinaus: Das Gesamtsystem ist vollständig durch die Eigenschaften der Einzelteilchen bestimmt.

Das Gegenteil ist der Fall für das verschränkte System, das nur durch gemeinsame Eigenschaften charakterisiert wird. In anderen Worten: Beim verschränkten System ist das Ganze mehr als nur die Summe seiner Einzelteile ...

→ [Institut für Experimentalphysik](#)

→ [Gruppe Zeilinger](#)

Mehr dazu in science.ORF.at:

→ [Verschränkung liegt in der Luft \(20.6.03\)](#)

→ [Die wunderbare Welt der Quanten \(21.3.03\)](#)

→ [Wiener Physiker erhöhen Effizienz der Teleportation \(12.2.03\)](#)

→ [Anton Zeilinger: Experimente mit Quanten \(14.1.01\)](#)

...

"Ask Your Scientist": Stellen Sie auch weiterhin Fragen
science.ORF.at lädt seine User ein, im Rahmen von "Ask Your Scientist" auch weiterhin Fragen zum Thema Wissenschaft zu stellen - unter der E-mail-Adresse askyourscientist@orf.at.

→ [So funktioniert "Ask Your Scientist"](#)

...

→ [Das "Ask Your Scientist"-Archiv](#)

[sensortimecom](#) | 11.05, 11:21

Zeilinger: Bitte Klartext

"... Erst durch die Messung an einem Teilchen (die Beobachtung im Experiment) wird seine Eigenschaft festgelegt und (aufgrund der Verschränkung) instantan auch die des zweiten Teilchens.."

Beschränkt sich die erwähnte "Beobachtung" oder "Messung" NACHWEISBAR und AUSSCHLIESSLICH auf den Physiker (also einer biologisch strukturierten Entität) der das Experiment durchgeführt, oder kann z.B. auch ein CCD-Sensor (bzw. Photonen-Detektor), der seine Output-Daten völlig unabhängig vom Physiker an ein Registriergerät (Recorder) liefert, als "Beobachter" eingestuft werden?

Wenn im Fall 2) = JA ; dann MUSS die Physik komplett neu geschrieben werden. Und zwar im Sinne meiner Autoadaptions-Theorie auf www.sensortime.com/time-de.html
Nachweislich und falsifizierbar!!

Tut mir leid, kein "besseres" Statement dazu abgeben zu können;-)

mfg Erich B.



[dietmar13](#) | 11.05, 20:54

typischer logischer fehler!

- 1) natürlich mißt der physiker das photon nicht mit seinem bloßen auge, sondern mit einem sensor/gerät/etc. und legt damit die eigenschaften (FÜR UNS bzw. DEN PHYSIKER) des teilchen fest, und daher
- 2) kann natürlich ein CCD-sensor mit rekorder keine eigenschaften für UNS festlegen, d.h. wir werden nie die eigenschaften des teilchens erfahren.
nochmals: was die verschränkten teilchen miteinander und mit noch sovielen sensoren, rekordern, etc. tun ist uninteressant, erst wenn ein mensch davon erfährt kollabiert das system.
tut mir sehr leid, aber der mensch ist noch immer das maß aller dinge, besonders das maß der von ihm aufgestellten theorien!

[sensortimecom](#) | 11.05, 22:07

@dietmar

Den "logischen Fehler" gebe ich zurück;-)
Du hast meine Ausführungen missverstanden.

Was ich meinte, ist:

Kollabiert das System NUR gegenüber dem Menschen (dem Physiker als "Beobachter") - oder kollabiert es AUCH gegenüber einem mechanistischen Gebilde, das die Messung bzw. Beobachtung an des Menschen Statt übernimmt (kann ein Sensor plus Registrierinheit sein, oder - wie wärs mit einem Roboter?)
Denn: WARUM SOLLTE DER ROBOTER - oder das Messsystem, egal - NICHT imstande sein, eine Festlegung der Teilcheneigenschaft vorzunehmen?
Jeder Computer, jeder Roboter kann heutzutage mit

Messsystemen und Sensoren bestückt werden, die es ihm ermöglichen, komplizierte Aufgaben nach Programm vorzunehmen (der Mensch tut es, abgesehen vom vorgegebenen Genotyp, adaptiv, durch Erfahrungsaneignung - das tut aber hier nix zur Sache...)

Diese Frage ist von zentraler Bedeutung. Darum habe ich sie Zeilinger gestellt...

mfg Erich B.

[dietmar13](#) | 12.05, 10:44

das problem bleibt!

entweder sieht nur der roboter das ergebnis, dann können wir nie wissen, ob er jetzt das system zum kollabieren brachte oder nicht, und damit ist das problem für uns unlösbar (daher nicht (natur)wissenschaftlich), oder wir befragen den roboter, damit legen WIR das system wieder fest (weil ich ohne je widerlegt werden zu können, behaupten kann, auch der roboter ist bis zu meiner befragung nicht festgelegt gewesen!). diese deine frage ist (natur)wissenschaftlich unlösbar!

[boiorix](#) | 12.05, 21:44

Die Frage scheint so kompliziert wie die, ob etwas Sinn HAT oder Sinn MACHT.

Experimentalphysiker Markus Aspelmeyer kann immerhin dessen SICHER sein, dass ein paar Germanisten auf ihn sauer sind.

Die ORF-ON-Foren sind jedermann zugängliche, offene und demokratische Diskursplattformen. Bitte bleiben Sie sachlich und bemühen Sie sich um eine faire und freundliche Diskussions-Atmosphäre. Die Redaktion übernimmt keinerlei Verantwortung für den Inhalt der Beiträge, behält sich aber das Recht vor, krass unsachliche, rechtswidrige oder moralisch bedenkliche Beiträge zu löschen.

 [Übersicht: Alle ORF-Angebote auf einen Blick](#)