

Dr. Robert Löw
Oliver Schmaering
Aaron Cushley

DAS ELEKTRON

im Swimmingpool

Geschichten aus der unglaublichen
Welt der Quantenphysik



KARIBU

WAS IST ZEIT?



Hallo, ich bin Robert. Ich bin Quantenphysiker und möchte dich auf eine abenteuerliche Reise mitnehmen – in die Welt der Quanten. Kommst du mit? Wir starten mit einer ganz einfachen Frage:

Was ist das eigentlich: Zeit?

Du meinst, das ist eine ziemlich dumme Frage? Vielleicht hast du recht. Aber warte erst mal ab. Vielleicht siehst du die Sache anders, wenn ich dir etwas mehr über die Zeit erzählt habe.

Schau mal! Die Kirchturmuhre zeigt fünf Minuten vor sechs.

Denken wir uns was aus. Sagen wir: Allerspätestens, wenn der Friseurladen um sechs Uhr schließt und die Sonne ihren Abendspaziergang über die Dächer der Stadt beginnt, müsstest du nach Hause rennen. Abendbrotzeit!

Doch: Könnte die alte Turmuhr nicht plötzlich stehen bleiben? Oder langsamer gehen, weil sie ganz außer Puste ist? Und jedes Ticken fällt ihr immer schwerer? Oje, das gäbe Ärger zu Hause. Keine Sorge, eigentlich kann das nicht passieren. Heutzutage sind die allermeisten Kirchturmuhren längst an die Atomuhr in Braunschweig angeschlossen. Und die geht nie falsch. Jedenfalls nicht in den nächsten paar Hunderttausend Jahren.

Aber was, wenn keine Kirchturmuhre in der Nähe ist? Und auch sonst keiner, den man nach der Zeit fragen kann. Existiert dann etwa gar keine Zeit? Doch natürlich. Zeit ist auch dann da, wenn du sie nicht auf die Minute weißt. Du weißt trotzdem, dass Zeit vergeht.

WANN IST JETZT?

Es gibt ein Jetzt, ein Früher und ein Später. Mich fasziniert dabei jedes Mal der Gedanke, dass man es so und so sehen kann. Entweder man sagt sich: Das Jetzt ist immer so schnell vorbei, dass es ohnehin schon später ist.

Sage ich: »Jetzt« – dann ist es schon wieder später.

Denn das Wort »jetzt« benötigt Zeit, wenn es gesprochen oder auch nur gedacht werden will. Ich kann es niemals »im Jetzt« greifen, also gibt es vielleicht gar keine Gegenwart?

Oder ich sehe es genau andersherum: Niemand hat je ein Später oder ein Früher erlebt. Das Früher ist vergangen und existiert nicht mehr, höchstens in meinem Kopf. Das Später bleibt immer unerreichbar. Es ist nie erlebbar, denn ich erlebe immer nur das Jetzt. Egal wann, egal wie spät, immer ist es jetzt. Nichts ist da außer der Gegenwart.

Beides klingt logisch und ist doch miteinander nicht vereinbar. Ist also eines falsch? Oder beides? Ich fürchte, weder ich noch du können das entscheiden. **Die Zeit ist rätselhaft.**

Aber wo kommt es eigentlich her, dass man fest daran glaubt, es wäre mal früher und dann wieder später? Kann man das sehen, auch ohne Uhr? Kann man es sogar beweisen? Vielleicht ganz einfach.

Schau mal, der Topf!



Einmal so ...



Und einmal so ...

Du kannst sofort sagen, was vorher und was nachher ist.



Es wird wohl niemand den kaputten Topf zusammengeklebt, die Erde eingesammelt und die Pflanze eingesetzt haben. Möglich wäre es. Aber in aller Regel funktioniert unsere Welt genau andersherum. Erst steht der Topf noch, dann springt die Katze dagegen, dann liegt er in Scherben am Boden.

Und dann beginnt der Ärger. So herum kommt es viel öfter vor. Das ist sozusagen der Gang dieser Welt. Stehen, herunterfallen, kaputtgehen.

DAS ELEKTRON IM SWIMMINGPOOL



Wir wissen: **Die Elektronen kreisen um den Atomkern wie Planeten um die Sonne.** Und wir wissen auch: Je näher ein Planet an der Sonne ist, desto schneller ist er. Der Merkur, der am nächsten dran ist, braucht für eine Runde um die Sonne nur 88 Tage. Der Neptun, der am weitesten weg ist, braucht 60.148 Tage. Das wären dann ungefähr 164 Jahre! Die Planeten dürfen in jedem Abstand, den man sich vorstellen kann, um die Sonne kreisen. Ihre Position ist mehr oder weniger zufällig.

In der Welt der Atome ist das anders. Vereinfacht gesagt, dürfen sich die Elektronen nur auf definierten Bahnen um den Kern bewegen und nicht in jedem beliebigen Abstand kreisen. Immerhin ist es aber möglich, dass so ein Elektron von einer Bahn zur anderen hüpft. Von außen nach innen geht das leicht. Von innen nach außen braucht es viel Energie. Hast du das Elektron aber einmal ganz nach außen gebracht, dann fällt es wie von allein wieder nach innen.

Stell es dir so vor, als würdest du einen Sprungturm betreten. Deine Entfernung zum Wasser stellt dabei die Entfernung eines Elektrons zum Atomkern dar. Es gibt vielleicht ein 3-Meter-Brett, den 5-Meter-Turm, und oben sind es zehn Meter. Ein 6,385-Meter-Brett gibt es aber nicht!

Runter geht's ganz einfach. Es platscht auch im Atom ordentlich, wenn das Elektron von oben nach unten beziehungsweise von außen nach innen fällt. Mit dem Platscher wird Energie frei. Je größer der Platscher, desto mehr Energie. Aber wie steigen die Elektronen nun von Bahn zu Bahn ganz nach außen?

Indem man ihnen zum Beispiel dabei hilft. Und das macht man mit **Licht**. Da wären wir also fast! Wo? Na, bei den Quanten! Bald kommen sie ins Spiel. Denn sie hängen unmittelbar mit dem Platscher zusammen und den Atomen – und den Elektronen.

WAHRSCHEINLICH ZUFALL



«Wahrscheinlich» ist ein Wort, das nicht jeder mag. Wahrscheinlich gibt es bald wieder schönes Wetter, mehr Taschengeld, eine neue Spielekonsole, aber nur wahrscheinlich. Warum nicht sicher? Das nur Wahrscheinliche wirkt wie ein Störfaktor in der Welt, irgendwie schnell gemacht, nicht zu Ende gedacht. Nicht kontrollierbar und konkret, ein bisschen hingeschludert fast, jedenfalls unvorhersehbar. Fakt ist: Am tiefsten Grund der Materie finden wir kaum noch Dinge und klare Tatsachen, stattdessen immer mehr Zufälle und Wahrscheinlichkeiten. Sie scheinen eine Art Fundament der Welt zu bilden. Man meint, ein Wissenschaftler würde die Welt lieber auf einem Betonsockel aus Exaktheit ruhen sehen. Irrtum!

Ich bin kein Opfer des Unvorhersehbaren, im Gegenteil. Ich kann Wahrscheinlichkeiten exakt berechnen. Auf Punkt und Komma. Und deshalb besteht die Quantenphysik darauf: Wahrscheinlichkeit lässt sich mit fundamentaler Exaktheit vorhersagen! Es handelt sich also um exakte Wahrscheinlichkeit. Und doch mündet sie am Ende in den Zufall.



Und so kann man unseren Blob nur mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit an einem Ort antreffen. Und zwar grundsätzlich. Es ist keine Frage fehlender Informationen, sondern es ist ein Prinzip der Natur.

Was eine einzelne Messung bringen wird, ist völlig offen. Es ist Zufall. Es ist sogar ein **objektiver Zufall**. So nennt man einen Zufall, den das Universum nicht mal selbst vorhersagen könnte. Der entsteht nämlich ohne eine klare Ursache.

Er ist der beste, perfektste Zufall überhaupt. Zufälliger als jede Lottoziehung. Sozusagen die zufällige Antwort auf eine ganz und gar nicht zufällige quantenphysikalische Frage.

