

Seminarvortrag:

Die Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik

Goethe-Universität Frankfurt/Main

02.05.2014

Einführung

- Kopenhagener Deutung geht von der Existenz von Zufall aus (QM wird als statistische Theorie angesehen)
- sie ist heutzutage die Interpretation der QM mit der größten Anhängerschaft

Geschichte

- wurde maßgeblich von Bohr und Heisenberg in den 1920er Jahren entwickelt; Heisenberg prägte den Namen



Heisenberg und Bohr 1934, Quelle [6]

Geschichte

bekannte Vertreter:

- Bohr
- Heisenberg
- Pauli
- von Neumann

bekannte Gegner:

- Einstein
- Planck
- de Broglie
- Schrödinger

Geschichte

- Einstein und Co. nahmen an: statistischer Charakter resultiert aus Unvollständigkeit der QM
- sie sahen Nichtlokalität und Nichtrealität als Indizien für Unvollständigkeit
- „Vervollständigung“ wäre bspw. durch verborgene Variablen möglich

Hauptaussagen

- Quantenmechanik ist nicht unvollständig, sondern in ihrem Wesen indeterministisch (gemäß Bornscher Wahrscheinlichkeitsinterpretation)
- QM ist nichtreal und nichtlokal (erst bei Messung kommt Realität ins Spiel)
- Komplementarität: Quantenobjekte sind Welle und Teilchen, können sich aber zu einem Zeitpunkt nur wie eines davon verhalten

Hauptaussagen

- klassische Begriffe bleiben erhalten (klassische Messgeräte, Korrespondenzprinzip)

- zur Unschärferelation:

Bohr: durch Beschaffenheit der Teilchen sind Impuls & Ort nicht gleichzeitig definiert

Heisenberg: es ist uns nicht möglich, gleichzeitig Impuls & Ort zu messen

Hauptaussagen

„There is no quantum world. There is only an abstract quantum physical description.

It is wrong to think that the task of physics is to find out how nature is. Physics concerns what we can say about nature.“

– Niels Bohr

Anerkennung

- bisher sehr erfolgreich
- kommt ohne verborgene Variablen aus
- Theorien mit verborgenen Variablen lassen sich schlecht widerlegen
- ein Doppelspaltexperiment bestätigt Komplementarität und statistisches Verhalten

Anerkennung

„Die Kopenhagener Deutung wird oft [...] dahingehend missdeutet, als behaupte sie, **was nicht beobachtet werden kann, das existiere nicht.** [...]

Die Kopenhagener Auffassung verwendet nur die schwächere Aussage: **„Was beobachtet worden ist, existiert gewiss;** bezüglich dessen, was nicht beobachtet worden ist, haben wir jedoch die Freiheit, Annahmen über dessen Existenz oder Nichtexistenz einzuführen.“ [...]

– Carl Friedrich von Weizsäcker

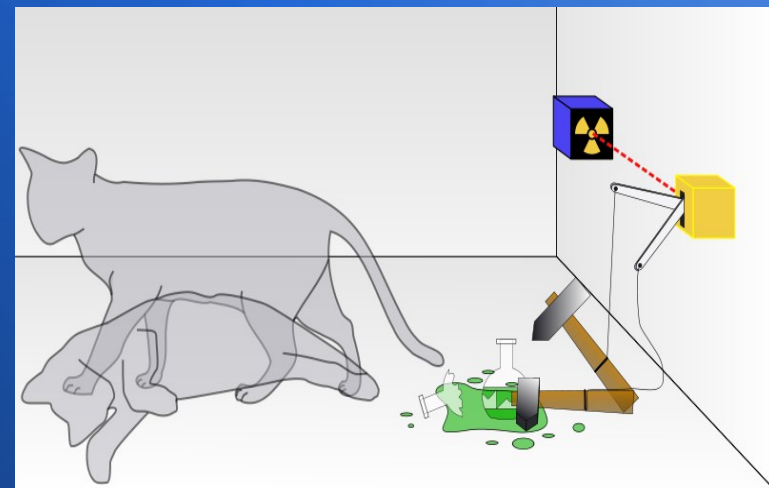
Kritik

- Vorwurf, die Kopenhagener Deutung sei zu allgemein gehalten
- Nichtrealität der Wellenfunktion
- wurde v. a. wegen des statistischen Charakters häufig mit Paradoxa konfrontiert

Kritik

Antwort auf Schrödingers Katze:

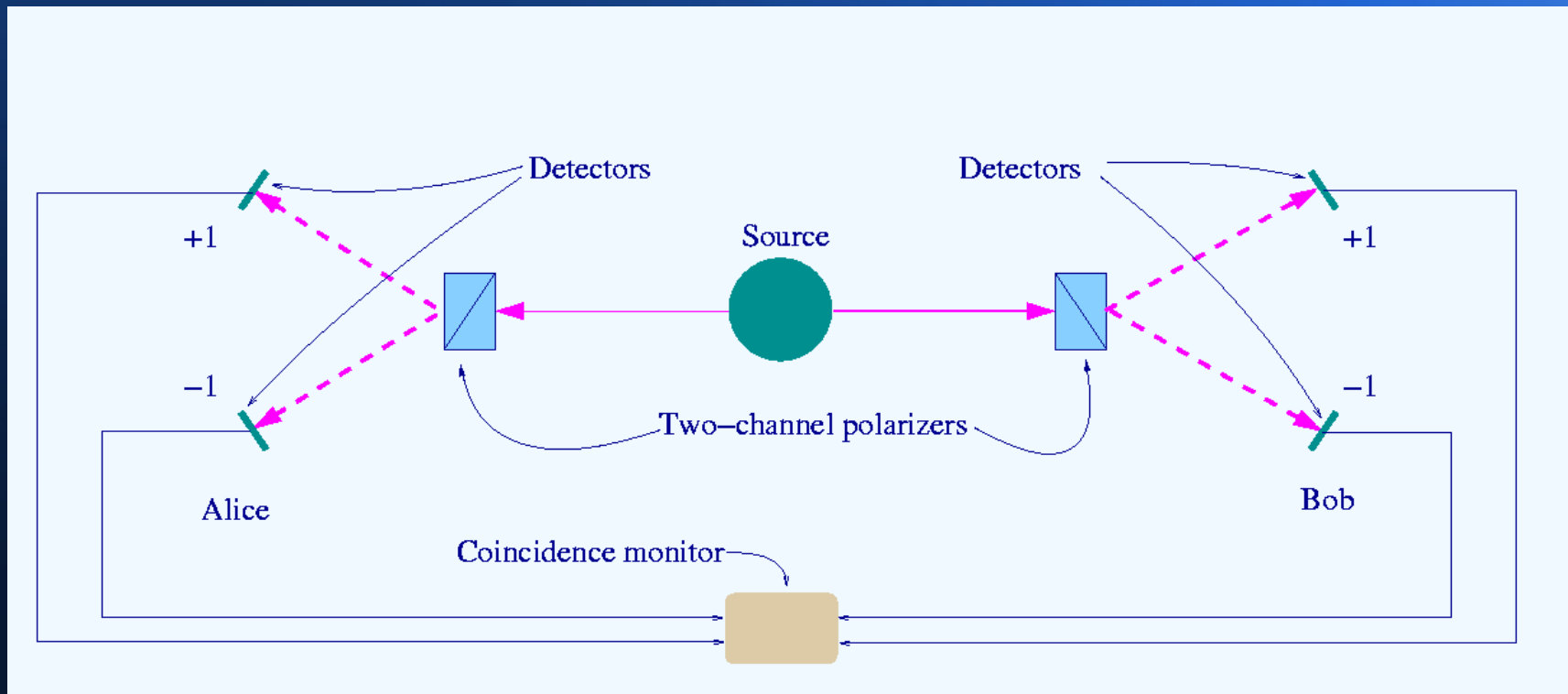
- Wellenfunktion gibt wieder, was wir über das System wissen
- bei Messung sind die Wahrscheinlichkeiten je 50 %, dass Katze tot oder lebendig ist



Quelle [4]

Kritik

Einstein-Podolsky-Rosen-Paradoxon:



Quelle [5]

Kritik

Antwort auf EPR-Paradoxon:

- da Wellenfunktion nicht real ist, ist Kollaps der Wellenfunktion subjektiv
- Beobachter erhält zwar Information über weit entferntes Teilchen, kann diese aber nicht beliebig schnell an jenen Ort übermitteln

Quellen

- [1] Heisenberg, Werner: „Physik und Philosophie“, Stuttgart 1984
- [2] Rebhan, Eckhard: „Theoretische Physik: Quantenmechanik“, Spektrum Heidelberg 2008
- [3] „Doppelspalt in HD“, Physik Journal, November 2013
- [4] http://en.wikipedia.org/wiki/Copenhagen_interpretation, Abruf 29.04.14
- [5] <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Bell-test-photon-analyser.png>, Abruf 30.04.14
- [6] <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Heisenbergbohr.jpg>, Abruf 30.04.14