

Interpretationen der Quantenmechanik

07.06.2013

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

HS: *Die physikalische Welt und mögliche Welten*

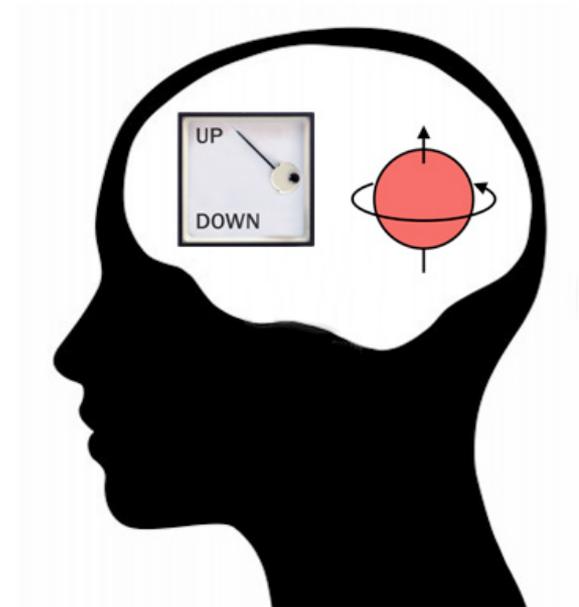
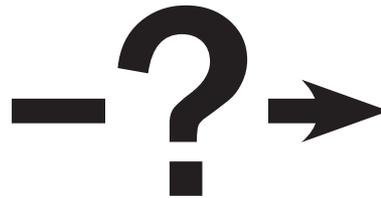
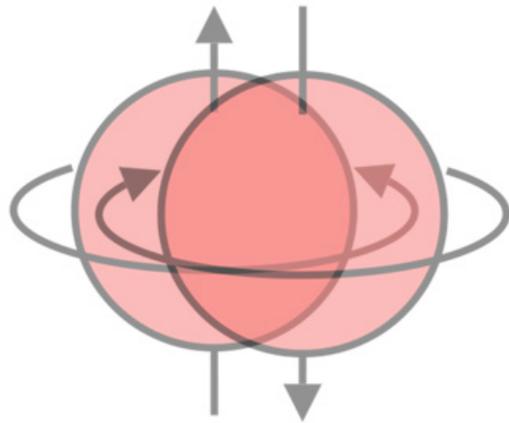
Dozenten: Prof. Dr. Anton Friedrich Koch, Prof. Dr. Hans Jürgen Pirner

Referent: Christoph Poetsch

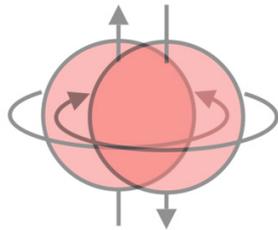
Interpretationen der Quantenmechanik

1. Grundelemente des Szenarios der Quantenmechanik (nach Chalmers 1996)
2. Der Ansatz von David Bohm (1952)
3. Die Kopenhagener Deutung
4. Der Ansatz von Eugene Paul Wigner (1967)
5. Der Ansatz von Hugh Everett (1957)
6. Allgemeine Überlegungen und Anregungen zur Diskussion

1. Grundelemente des Szenarios der Quantenmechanik (nach Chalmers 1996)



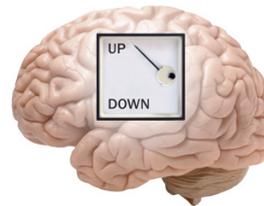
1. Grundelemente des Szenarios der Quantenmechanik (nach Chalmers 1996)



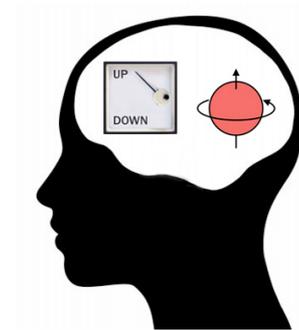
Objekt auf Quantenniveau:
Elektron mit Spin „Up“
oder Spin „Down“



Messgerät



Physischer Zustand des
Beobachters (= Gehirn)



Bewusstsein des/der
Beobachters/in

- a) Schrödinger-Gleichung
- b) Messungspostulat (Kollaps- oder Projektions-Postulat)

1. Grundelemente des Szenarios der Quantenmechanik (nach Chalmers 1996)

	(i) <i>Objektseite</i>	(ii) <i>Messinstr.</i>	(iii) <i>Beobachter</i>	<i>Schröd.-Gleichung</i>	<i>Messungs-Post.</i>
Bohm	diskret	diskret	diskret	x	
Kopenhagener D.	überlagert	diskret	diskret	x	x
Wigner	überlagert	überlagert	diskret	x	(x)
Everett / Chalmers	überlagert	überlagert	teilw. überlag.	x	

2. Der Ansatz von David Bohm (1952)



- **Diskretheit auf allen Ebenen anhand „versteckter Variablen“**
- Analogische Überlegung zur klassischen Physik
- Vorschlag, „[...] to regard the wave function of an individual electron as a mathematical representation of an objectively real field“ (Bohm 1952, 170)
- Verzicht auf das Messungs-Postulat

- Kritik von Chalmers 1996:
 - (1) Der Ansatz hat strenge *Nicht-Lokalität* zur Folge.
 - (2) Die Theorie postuliert „*complexity behind simplicity*“ (ebd., 344)

3. Die Kopenhagener Deutung (Niels Bohr, Werner Heisenberg)



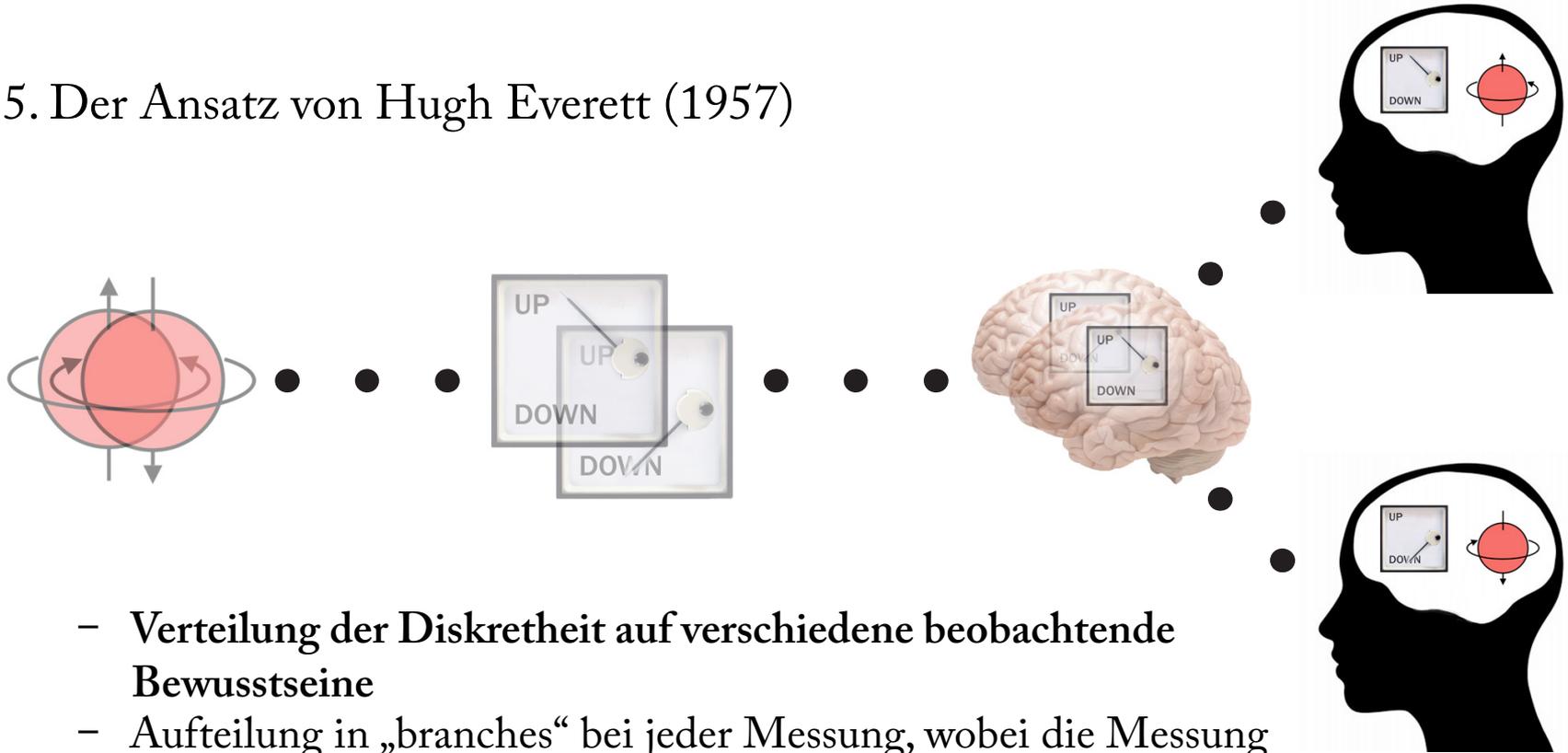
- **Diskretheit durch den Kontakt mit einem klassisch zu beschreibenden Messgerät**
- *Prämisse: Jede Beobachtung der Außenwelt muss letztlich bei den (begrenzten) Sinnen des Menschen ankommen: „irreversible Verstärkungseffekte“ (Bohr 1958, 3)*
- *Prämisse: Wir sind angewiesen auf allgemeine Mittelbarkeit um Objektivität, um veranschlagen zu können. Dies impliziert klassische Begriffe und Alltagssprache.*
- Statistische Interpretation der Wellenfunktion
- Begriff der *Komplementarität* (Bohr)
- Problem eines quantitativen Kriterium für das Messgerät

4. Der Ansatz von Eugene Paul Wigner (1967)



- **Eintritt der Diskretheit durch Kontakt mit einem Bewusstsein**
- Gedankenexperiment: „Wigner’s Friend“
- Überlagerte Zustände „for all inanimate objects“ (Wigner 1967, 177 Anm. 1)
- Implizit ein Verzicht auf das Messungs-Postulat
- Ansatz impliziert einen Körper-Geist-Dualismus (vgl. Chalmers 1996, 339)
- Betonung der „communicability of information“ (Wigner 1967, 172)

5. Der Ansatz von Hugh Everett (1957)



- **Verteilung der Diskretheit auf verschiedene beobachtende Bewusstseine**
- Aufteilung in „branches“ bei jeder Messung, wobei die Messung selbst nicht bewusst zugänglich ist.
- Anwendung des Formalismus auf die ganze Welt: Verwirklichung jeder Möglichkeit
- Interpretation einzig aus dem mathematischen Formalismus selbst
- „Viele-Welten-Interpretation“ nicht Everetts eigene Intention
- Problem der Gewichtung der Wahrscheinlichkeiten
- Ansatzpunkt für Chalmers Bewusstseins-Theorie

6. Allgemeine Überlegungen und Anregungen zur Diskussion

A. *Einheit und Vielheit*

Vorschlag C. F. v. Weizsäckers zur Parallel-Lektüre von Platons *Parmenides* mit quantentheoretischen Überlegungen:

Die Grenze zwischen überlagerten Zuständen und diskreten Zuständen beschreibt die Grenze des für uns Menschen (bestimmt) Denkbaren.

- (1) 1. Hypothese des *Parmenides*: Das Denken schlechthinniger Einheit muss konsequenterweise Wissen, Sein und Einheit selbst absprechen.
- (2) Weizsäcker parallelisiert ein quantentheoretisches Objekt und das platonische Eine, sowie dessen einzelne gemessene Zustände und Vielheit.
- (3) Wissen und Bestimmtheit des quantentheoretischen Objekt gehen immer auf Kosten dessen Einheit und Isoliertheit: Solange man einem Objekt keine einzige eindeutige Bestimmung zuschreiben kann, kann man weder sagen, dass es „ist“ noch „nicht ist“. Die Vielheit der Welt muss auf Kosten ihrer Einheit gehen.

6. Allgemeine Überlegungen und Anregungen zur Diskussion

B. *Teil und Ganzes*

Muss unser Wissen notwendig auf einen Teil der Welt beschränkt bleiben? Braucht es immer einen Schnitt zwischen Quantenobjekt und Welt? (Heisenberg).

- (1) Ein A ist nur „wahr“, wenn es mit einem B übereinstimmt.
[= korrespondenztheoretischer Wahrheitsbegriff für A].
Also wenn es z.B. (prinzipiell) experimentell falsifizierbar ist.
- (2) Ist A schlechthin alles, was irgendwie ist, sprich: das Ganze, fehlt diese Möglichkeit, da buchstäblich nichts mehr ist, mit dem A verglichen werden könnte.

Dieses Problem taucht u.a. in unterschiedlichen Formen auf:

- (1) bei einer „theory of everything“
- (2) bei einer Betonung der Grenze des Bewusstseins (Wigner, Chalmers)
- (3) bei einer Übertragung des Formalismus auf das Ganze der Welt (Everett)
- (4) beim Anspruch auf neutrale, reine Deskription dessen, „was ist“

6. Allgemeine Überlegungen und Anregungen zur Diskussion

C. Quantität und Qualität

Wie behandeln wir Qualitätssprünge, die quantitativ nicht eindeutig bestimmbar sind?

Beim *Messinstrument*: Wenn wir davon ausgehen, dass nicht alles in der Welt als Messinstrument brauchbar ist, warum entsteht dann aus der quantitativen „Anhäufung“ etwas qualitativ anderes?

Bzgl. der *menschlichen Erfahrung*: Rein quantitative Beschreibung kann die Qualität der Erfahrung nicht beschreiben.

Wären weiterhin auch die Bestimmtheit und Eindeutigkeit als Qualität(ssprung) zu begreifen? Muss die wissenschaftliche Objektivierung notwendig sinnliche Qualitäten und / oder die Position des menschlichen Geistes eliminieren? (vgl. Schrödinger 1959).

Literatur und Quellen

- David Bohm: *A suggested interpretation of the quantum theory in terms of „hidden“ variables*, Physical Review Vol. 85 (1952), S. 166-179
- Niels Bohr: *Atomphysik und Philosophie – Kausalität und Komplementarität*, (1958) in: Ders. *Atomphysik und menschliche Erkenntnis II. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1958-1962*, Braunschweig 1966, S. 1-7
- Niels Bohr: *Das Quantenpostulat und neuere Entwicklung der Atomistik* (1928) in: Karl von Meyenn, Klaus Stolzenburg, Roman Sexl (Hrsg.): *Niels Bohr. Der Kopenhagener Geist in der Physik*, Braunschweig, Wiesbaden 1985, S. 156-183
- Niels Bohr: *Die Einheit menschlicher Erkenntnis*, in: Ders. *Atomphysik und menschliche Erkenntnis II. Aufsätze und Vorträge aus den Jahren 1958-1962*, Braunschweig 1966, S. 8-17
- David Chalmers: *The Conscious Mind. In Search of a Fundamental Theory*, Oxford 1996
- Bryce S. DeWitt: *Quantum mechanics and reality. Could the solution of the dilemma of indeterminism be a universe in which all the possible outcomes of an experiment actually occur?*, in: Physics Today Vol.23/9 (1970), S. 158, zit. nach dem Wiederabdruck in: Bryce DeWitt, Neill Graham (Hrsg.): *The Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton 1973
- Werner Heisenberg: *Die Kopenhagener Deutung der Quantentheorie* (1977), in: Ders.: *Quantentheorie und Philosophie. Vorlesungen und Aufsätze*, Jürgen Busche (Hrsg.), Stuttgart 2012
- Roland Omnés: *The Interpretation of Quantum Mechanics*, Princeton 1994
- Erwin Schrödinger: *Geist und Materie*, Braunschweig 1959
- Carl Friedrich von Weizsäcker: *Einheit der Natur. Studien*, München 21982
- Carl Friedrich von Weizsäcker: *Parmenides und die Quantentheorie*, in: Ders.: *Ein Blick auf Platon*, Stuttgart 2006
- Eugene P. Wigner: *Remarks on the Mind-Body Question*, in: Ders.: *Symmetries and Reflections. Scientific Essays*, Bloomington 1967, S. 168-181

Ausgangsmaterial für Grafiken:

<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/51/Spin-wavefunction.svg/2000px-Spin-wavefunction.svg.png>

<http://www.celsa-messgeraete.de/produkte/detail/fan-zeiger-frequenz-messgeraet-90-skala.html>

<http://www.fid-gesundheitswissen.de/bilder/gallery/alzheimer-alzheimer-Fotolia-26636186-c-marksykes.jpg>

<http://us.123rf.com/400wm/400/400/artandsoulphotostudio/artandsoulphotostudio1209/artandsoulphotostudio120900002/15149102-eine-grafik-eines-weiblichen-kopf-silhouette-mit-einem-weissen-bereich-des-gehirns-auf-eine-solide-w.jpg>