

Protokoll der Diskussion zur  
**Deutung der Quantenmechanik**

# Diskussion zum Kollaps der Wellenfunktion

## Inhalt

	Seite
<b>Einleitung</b> .....	3
<b>Diskussion des Autors mit einem Leser</b> .....	4
○ Stellungnahme (1) des Lesers.....	4
○ Antwort (1) des Autors auf Stellungnahme (1) des Lesers.....	5
○ Stellungnahme (2) des Lesers.....	7
○ Antwort (2) des Autors auf Stellungnahme (2) des Lesers.....	9

### **HINWEIS:**

*Ein weiterer Meinungs­austausch des Autors zur Deutung der Wellenfunktion ist im "ARCHIV DER DISKUSSIONEN MIT WISSENSCHAFTLERN" nachzulesen - siehe die Diskussion mit RÜDIGER SCHACK.*

# Einleitung

Das auf der Seite 'LESEPROBEN' unter '[leseprobe erste publikation.pdf](#)' nachzulesende Kapitel 1.3 von Band I der Studienreihe erschien als ein in sich abgeschlossener Artikel im Online-Magazin **Telepolis**.<sup>1</sup> Da der Artikel auf das Gesamtanliegen der Studienreihe hinweisen sollte, wurde ihm ein Vorspann vorangestellt, der einen Bogen schlägt zwischen dem Thema jenes Kapitels 1.3 und den im dritten Band der Studienreihe untersuchten philosophischen Rätseln der Quantenmechanik. Der Vorspann hatte folgenden Wortlaut

## **"Schrödingers Katze endlich zur Ruhe gebettet?"**

**Existieren die Dinge vor ihrer Beobachtung nur in einem Zustand "verschmierten" Seins, so wie es das von Erwin Schrödinger ersonnene Gedankenexperiment mit der weder ganz lebendigen noch ganz toten Katze nahelegt? Diese Frage verweist auf eine der verstörenden erkenntnistheoretischen Konsequenzen der Quantenmechanik, durch die Physiker und Philosophen seit rund einem Jahrhundert geplagt werden.**

*Physiker und Philosophen haben zwar richtig erkannt, dass die der klassischen Mechanik zugrunde liegende Annahme einer strikten Trennung von Subjekt und Objekt dem tatsächlichen Ablauf von Beobachtungsprozessen nicht gerecht wird. Es ist ihnen aber entgangen, wie tief diese Sichtweise in den physikalisch-philosophischen Begriffsapparat eingelassen ist. Die Restbestände des klassischen Subjekt-Objekt-Konzepts spuken auch noch in allen Denkansätzen der modernen Physik umher und erzeugen dort Ungereimtheiten.*

*In der dreibändigen Studienreihe zu den "Erkenntnistheoretischen Grundlagen der Physik" wird ein neuerlicher Anlauf zur Reflexion auf das Subjekt-Objekt-Verhältnis unternommen, der in dem der Quantenmechanik gewidmeten dritten Band zur endgültigen Bestattung von Schrödingers Katze führt. Im folgenden Ausschnitt aus dem ersten Band der Studienreihe werden an einem Beispiel die grundsätzlichen Schwierigkeiten der klassischen Positionen mit dem Begriff des Subjekts demonstriert."*

Der Artikel war Ausgangspunkt einer regen Diskussion der Telepolis-Leser (insgesamt 195 Postings), im Zuge derer auch einige Stellungnahmen zu Schrödingers Gedankenexperiment erfolgten. Ein besonders interessanter Beitrag stellte die vom Autor angebotene erkenntnistheoretische Interpretation der Quantenmechanik grundsätzlich in Frage und führte zu dem in der Folge dokumentierten Gedankenaustausch. Die übrigen auf Schrödingers Gedankenexperiment bezogenen Diskussionsbeiträge werden hier nicht dokumentiert, da in ihnen durchwegs kein Bezug zur Deutung jenes Gedankenexperiments durch den Autor (in Band III der Studienreihe) hergestellt wird.

Jene Diskussionsbeiträge, welche sich auf das in Kapitel 1.3 von Band I der Studienreihe angesprochene Thema ("Die Schwierigkeiten der Ontologie mit dem Subjekt") beziehen, sind dokumentiert im [Diskussionsprotokoll zu sonstigen Themen der Studienreihe](#). Im genannten Diskussionsprotokoll finden sich auch die Repliken des Autors auf die Kritik an den Thesen von Kapitel 1.3.

---

<sup>1</sup> Dieses Netzmagazin, reflektiert nach eigener Darstellung „kritisch die gesellschaftlichen, politischen, wissenschaftlichen, kulturellen und künstlerischen Aspekte des digitalen Zeitalters“.

# Diskussion des Autors mit einem Leser

## Stellungnahme (1) des Lesers

- 1 Für die Quantentheoretiker ist der "Beobachter" einfach nur der Oberbegriff für Messapparatur plus daraus entstandene Datenreihen plus Fehlerbehandlung. Das Bewusstsein des Wissenschaftlers spielt dabei nicht die geringste Rolle - die Physiker, die die Kopenhagener Deutung erfunden haben, hätten sich bei derartigem Subjektivismus geграust.
- 2 Nur wird leider dieser Begriff des Beobachters immer wieder aufs Neue als "aha, also ist der Geist ja doch relevant!" verstanden – genau genommen: missverstanden, der quantenphysikalische Beobachter ist ja zunächst nur das Messgerät, der Verstand des Physikers, der die Auswertung macht, greift ja erst lange, lange nach dem Abschluss des Experiments ein.
- 3 Czasny stellt es jetzt als gegeben hin, dass die "Annahme einer strikten Trennung von Subjekt und Objekt dem tatsächlichen Ablauf von Beobachtungsprozessen nicht gerecht wird", aber die Quantenphysik behauptet genau das eben NICHT.
- 4 Die Experimente besagen etwas völlig anderes: Dass ein quantenmechanisches System, das einer Wellenfunktion folgt, abrupt in die Teilchenkonfiguration wechselt, sobald man es aus seiner Isolation herausholt.
- 5 Auch Schrödingers Katze ist ein derartiges Experiment. Die Besonderheit von Schrödingers Katze hat wenig mit Bewusstsein zu tun, sondern damit, dass das "Herausholen aus der Isolation" in zwei Stufen geschieht: Einmal beim Übergang von der Mikro- in die Makrowelt (radioaktiver Zerfall zu zerschlagenem Glas), einmal beim Verbinden des abgeschlossenen Systems mit dem Universum (Öffnen der Kiste).
- 6 Der Knackpunkt: Es ist nicht klar, bei welchem der beiden Vorgänge aus den Wellen Teilchen werden, aber nach dem Öffnen der Kiste könnte man die beiden Fälle unterscheiden (z.B. weil die Katze woanders wäre - und zwar egal, ob lebendig oder tot).
- 7 Tja... Czasny müsste seine Argumente so umbauen, dass dieser Teil der Kopenhagener Deutung ebenfalls berücksichtigt ist. Bis dahin lohnt eine Auseinandersetzung mit seinen Thesen nur, wenn man im Detail herausfinden will, welche seiner Überlegungen danach noch Bestand haben und welche nicht. Ich überlasse das aber lieber ihm selbst.

## Antwort (1) des Autors auf Stellungnahme (1) des Lesers

Sehr geehrter Herr D.!

- 1 Weil Sie in Ihrem Beitrag zur Diskussion meines Artikels in Telepolis auch Ihre Mail-Adresse angeben, kann ich Ihnen als Autor des genannten Artikels persönlich antworten:

*Zu Absatz 3.<sup>2</sup>*

- 2 Sie argumentieren in Ihrem Schreiben gegen meine Kritik an der herkömmlichen Interpretation des Schrödingerschen Gedankenexperiments. Dabei zitieren Sie einen Satz aus der Einleitung (meines Artikels)... auf eine sinnverkehrende Weise unvollständig.
- 3 Ihr Zitat des Satzes hat folgenden Wortlaut:
- 4 "Czasny stellt es jetzt als gegeben hin, dass die 'Annahme einer strikten Trennung von Subjekt und Objekt dem tatsächlichen Ablauf von Beobachtungsprozessen nicht gerecht wird', aber die Quantenphysik behauptet genau das eben NICHT."
- 5 Der vollständige Satz in der Einleitung zu meinem Artikel lautete demgegenüber folgendermaßen: "Physiker und Philosophen haben zwar richtig erkannt, dass die der klassischen Mechanik zugrunde liegende Annahme einer strikten Trennung von Subjekt und Objekt dem tatsächlichen Ablauf von Beobachtungsprozessen nicht gerecht wird. ..."
- 6 Meine Kritik an der herkömmlichen Deutung der Quantenmechanik unterstellt dieser also NICHT, dass sie von einer strikten Trennung von Subjekt und Objekt ausgeht. Ich argumentiere vielmehr dahingehend, dass man zwar die Überholtheit dieser strikten Trennung richtig erkennt, jedoch noch keine befriedigende neue Deutung des Verhältnisses von Subjekt und Objekt gefunden hat.

*Zu Absatz 1:*

- 7 Sehr oft laufen die Versuche einer neuen Deutung jenes Verhältnisses darauf hinaus, das Subjekt gänzlich aus dem Beobachtungsgeschehen zu eliminieren. Leider scheitern alle diesbezüglichen Bemühungen, wenn man sie zu Ende denkt. Auch die in Ihrem Diskussionsbeitrag angedeutete Argumentation fällt in diese Abteilung: Sie ersetzen das menschliche Subjekt der Beobachtung durch einen Registrierungsmechanismus, dem Sie den Namen "Beobachter" geben und glauben so, dem zu entgehen, was Sie als "schrackenlosen Subjektivismus" bezeichnen. Der Beobachter (=das Subjekt) lässt sich aber durch derartige definitorische Tricks nicht aus dem quantenphysikalischen Beobachtungsgeschehen vertreiben. Denn er sitzt viel dichter dran an diesem Geschehen als Sie meinen, hat er sich doch im eigentlichen Gegenstand der Wellenfunktion selbst eingenistet. Wenn diese nämlich kollabiert, dann geht unmittelbar nicht das mathematische Abbild einer Energie- oder Materiewelle, sondern das Abbild einer WAHRSCHEINLICHKEITSwelle in das Abbild eines Teilchens über. Was aber ist eine Wahrscheinlichkeitswelle: es ist die sich im Zeitablauf wellenweise verändernde GEWISSHEIT DER ERWARTUNG der Beobachtung eines Teilchens. Während somit die mathematischen Funktionen der klassischen Physik unmittelbar das Verhalten der Objekte selbst modellieren, bildet die Wellenfunktion die Entwicklung der Gewissheit einer auf dieses Verhalten bezogenen

---

<sup>2</sup> Siehe die Nummerierung der Absätze am linken Rand des vorangehenden Mails

Erwartung ab. Und dort wo es Gewissheiten und Erwartungen gibt, muss es auch ein Subjekt geben, das Erwartungen mit unterschiedlicher Gewissheit hegt.

- 8 Die erkenntnistheoretisch brisante Frage lautet daher: Wie kommt das Subjekt in jenen Fällen, in denen gar kein menschlicher Beobachter vorhanden ist, in das auf der Quantenebene ablaufende Geschehen hinein? Denn die Wellenfunktion kollabierte ja auch schon, als es noch lange keine menschlichen Beobachter gab und wird auch wohl noch lange nach der Existenz menschlicher Beobachter kollabieren.
- 9 Wenn Sie mein Versuch einer Beantwortung dieser Fragen interessiert, lade ich Sie dazu ein, den dritten Band meiner Studienreihe ("Quantenphysik als Herausforderung der Erkenntnistheorie") zu lesen – dann können wir gerne weiter diskutieren.

Bis dahin verbleibe ich

Mit besten Grüßen

Karl Czasny

## Stellungnahme (2) des Lesers

Moin,

*Zu Absatz 1 bis 6:<sup>3</sup>*

1. Kann ich nachvollziehen, aber der Kern meiner Kritik ist eben, dass das Heraushalten des Subjekts eben durchaus nicht als Methode widerlegt ist. Weder Ihre Kritik an der Kopenhagener Deutung noch Ihre sonstige Argumentation belegt das (in meinen Augen) schlüssig.

*Zu Absatz 7:*

2. Umgekehrt wird ein Schuh daraus: der Begriff "Beobachter" wurde durch die Quantenphysiker der Bohr-Zeit eingeführt, um das Messgerät plus ggf. Fehleranalyse und Interpretation zu bezeichnen. Leider hat dieser Begriff viele aus der philosophischen Ecke kommende Denker zur Annahme verführt, dass quantenphysikalische Themen etwas mit Bewusstsein zu tun haben - anders herum ist es erst einmal begründungsbedürftig, warum Bewusstsein überhaupt etwas mit Quantenphysik zu tun haben muss! (Wobei ich hier, etwas unscharf, "Subjekt" und "Bewusstsein" gleichsetze. Ich gehe im Moment davon aus, dass die beiden Begriffe im Kontext dieser Diskussion austauschbar sind, da der einzige wesentliche Unterschied zwischen der Registrierung durch ein Messgerät vs. Registrierung durch ein menschliches Auge das Bewusstsein des Subjekts ist, aber vielleicht weichen unsere Definitionen da voneinander ab.)

*Auch zu Absatz 7 (... was Sie als "schrankselosen Subjektivismus" bezeichnen ...)*

3. Begrifflichkeiten wie "schrankseloser Subjektivismus" liegen mir normalerweise fern, vielleicht haben Sie dieses Zitat dem falschen Autor zugeordnet? Wobei es mir eher darum geht, dass ich Sie bitten möchte, das zu definieren, dem ich da Ihrer Annahme nach zu entgegen versuche.

*Auch zu Absatz 7 (...Der Beobachter (=das Subjekt) lässt sich aber ...)*

4. Der menschliche Beobachter nimmt am Experiment viel weniger unmittelbar teil. Der hat kein Auge am Okular, der lässt das Experiment so weit wie irgend möglich automatisch ablaufen und wertet erst hinterher aus - dann, wenn die Wellenfunktion längst zusammengebrochen ist und erfahrungsgemäß die Dinge nach den Gesetzen der klassischen Physik ablaufen. Auch von daher halte ich es für begründungsbedürftig, dem Subjekt bzw. dem Bewusstsein einen Einfluss aufs Experiment zuzuweisen. Und zwar eine Begründung, die über "die Quantenphysik erklärt es nicht" hinausreicht und begründet, warum das Bewusstsein eine bessere Erklärung sein soll als z.B. der Bohmsche Ansatz.

*Auch zu Absatz 7 (...Wenn diese nämlich kollabiert, dann geht unmittelbar ...)*

5. Das ist ein häufiger Irrtum über das Wesen der Wahrscheinlichkeitswelle. Die Wahrscheinlichkeitswelle beschreibt nicht Wahrscheinlichkeiten, sondern man muss die Feldstärke erst quadrieren, um eine Wahrscheinlichkeit zu erhalten. Da die Wahrscheinlichkeitswelle eine komplexe Zahl ist, führt einen die Alltagsintuition über das Verhalten von Wellen und Zahlen gern in die Irre und man muss alle intuitiven Annahmen durch Nachrechnen kontrollieren.

---

<sup>3</sup> Siehe die Nummerierung der Absätze am linken Rand des vorangehenden Mails

*Auch zu Absatz 7 (...Während somit die mathematischen Funktionen der klassischen...):*

6. Diese Schlussfolgerung ist begründungsbedürftig. Warum soll aus der Existenz von Wahrscheinlichkeiten eine von Erwartungen folgen?

*Zu Absatz 8:*

7. Wie oben erwähnt, halte ich die Grundannahmen dieser Aussage für unbelegt, daher kann ich auch nicht bestätigen, dass es hier eine Brisanz gibt.

*Auch zu Absatz 8 (... Denn die Wellenfunktion kollabierte ja auch schon ...):*

8. Eben. Man müsste damit nicht nur ein nichtmenschliches, sondern auch ein nichtmaterielles Subjekt postulieren. Da es keinerlei unabhängig vom persönlichen Glaubenssystem belastbare Hinweise auf so etwas gibt, ist das eine nette Hypothese, aber nichts, was ich für erkenntnistheoretisch sinnvoll verwertbar halte.

*Zu Absatz 9:*

9. Erst einmal müsste die Rolle des Subjekts in der Quantentheorie geklärt sein, denke ich.

Viele Grüße

J. D.



## Antwort (2) des Autors auf Stellungnahme (2) des Lesers

Sehr geehrter Herr D.!

Ich glaube, es ist lohnend, unseren Meinungs austausch noch ein kleines Stück weiter zu treiben:

*Zu Absatz 2:*<sup>4</sup>

1. Messgeräte müssen nun mal von Menschen abgelesen werden und Fehleranalysen können nur durch Menschen durchgeführt werden. Das gilt letztlich auch für die heutzutage weitgehend automatisierten Mess- und Analysevorgänge bei den großen Teilchenbeschleunigern. Der von den Quantenphysikern der Bohr-Zeit eingeführte Begriff des "Beobachters" hat daher tatsächlich in unaufhebbarer Weise "etwas mit Bewusstsein zu tun". Aber das eigentliche Problem liegt gar nicht beim Ableser der Messgeräte sondern bei jenem Subjekt, das die Wellenfunktion zum kollabieren bringt (siehe weiter unten).

*Zu Absatz 3:*

2. Ich bitte um Entschuldigung – ich weiß nicht, woher mir das "schrackenlos" zugeflogen ist. Sie sprechen nur von "derartigem Subjektivismus".

*Zu Absatz 4:*

3. Da haben Sie völlig recht: Wenn der Mensch hinguckt, ist die Wellenfunktion längst zusammengebrochen. Das Problem dabei ist folgendes: Der Zusammenbruch der Wellenfunktion ist das mathematische Abbild für den Übergang einer mit (genau quantifizierter) Unsicherheit behafteten Erwartung in eine als Gewissheit erlebte Erfahrung. Wo es aber Unsicherheit, Gewissheit, Erwartung und Erfahrung gibt, da muss auch ein Subjekt vorhanden sein, das mehr oder weniger sichere Erwartungen hegt und Erfahrungen macht. Es erhebt sich nun die Frage: Wer oder was ist dieses Subjekt? Oder anders gefragt: Wessen unsichere Erwartung schlägt hier (lange vor dem Hingucken des menschlichen Beobachters) in eine als Gewissheit erlebte Erfahrung um?

*Zu Absatz 5:*

4. Man muss sich zunächst fragen, was für ein Feld das ist, dessen Stärke die Wellenfunktion angibt. Schrödingers erste Deutung, wonach die Wellenfunktion die Dichte der Elektrizität als Funktion der Raumkoordinaten und der Zeit darstelle, erwies sich jedenfalls als falsch und erst Max Borns Deutung des Absolutquadrats der Wellenfunktion als Wahrscheinlichkeitsdichte konnte sich halten. Wenn diese Deutung aber korrekt ist, dann besteht zwischen der Wellenfunktion und der Wahrscheinlichkeitsdichte eine mathematische Funktionsbeziehung – und in der Mathematik ist 'Funktion' nur ein anderes Wort für 'Abbildung'.

*Zu Absatz 6 (Warum soll aus der Existenz von Wahrscheinlichkeiten ...?):*

5. Weil bei der Definition des Wahrscheinlichkeitsbegriffs der Begriff der Gewissheit eine zentrale Rolle spielt. Und (mehr oder weniger große) Gewissheit ist ein Merkmal von Erwartungen. In meinem Statistiklehrbuch ist der Begriff der Wahrscheinlichkeit so definiert: "Die Aussage 'A hat bei einem Experiment die Wahrscheinlichkeit P' bedeutet konkret:

---

<sup>4</sup> Siehe die Nummerierung der Absätze am linken Rand des vorangehenden Mails

Bei oftmaliger Ausführung des Experiments ist es praktisch gewiss(!), dass die relative Häufigkeit  $h(A)$  ungefähr gleich  $P$  ist." Nicht zufällig ist auch einer der zentralen Begriffe der Stochastik der sog. 'Erwartungswert'.

*Zu Absatz 8:*

6. Erstens: Jede empirische Wissenschaft fußt auf expliziten Postulaten und unausgesprochenen Überzeugungen, die selbst nicht unmittelbar in einzelnen Experimenten belegt oder widerlegt werden können. Es handelt sich bei diesen aller empirischen Forschung vorausgesetzten Gewissheiten aber keinesfalls um persönliche Glaubenssätze, sondern um kollektive Überzeugungen, die den gesamten Forschungsprozess steuern. Und diese Steuerung kann auf eine mehr oder weniger angemessene Weise erfolgen - so können etwa unangemessene Ausgangsüberzeugungen die Suche nach fruchtbaren empirischen Hypothesen (und damit den Fortschritt der Wissenschaft) hemmen. Die der Empirie zugrunde liegenden Ausgangsüberzeugungen müssen daher, soweit sie unausgesprochen sind, expliziert werden, damit man sie dann als explizite Postulate einem kontinuierlichen Diskurs unterwerfen kann. Wegen der hohen Forschungsrelevanz dieser Postulate scheint es mir völlig unangemessen sie als mehr oder weniger "nett" abzuqualifizieren: das würde nur passen, wenn sie für den Fortgang der empirischen Forschung völlig bedeutungslos wären.
7. Zweitens: Mein Versuch einer erkenntnistheoretischen Deutung der Wellenfunktion hat tatsächlich etwas mit 'nichtmenschlichen' und (wenn Sie so wollen) auch 'nichtmateriellen' Subjekten zu tun – aber auf eine (garantiert!!) ganz andere Weise, als Sie vermuten. Sollten Sie an meinen diesbezüglichen Überlegungen interessiert sein, kann ich Sie nur nochmals auf den dritten Band meiner Studienreihe verweisen. Erste Hinweise auf Ansatzpunkt und Richtung meiner Argumentation finden Sie im folgenden Link auf den Seiten 5 bis 15:

[http://www.erkennnistheorie.at/downloads/leseprobe\\_dritte\\_publication.pdf](http://www.erkennnistheorie.at/downloads/leseprobe_dritte_publication.pdf)

Mit besten Grüßen

Karl Czasny

*(Auf dieses Mail erfolgte bisher keine Antwort)*