

Philosophische Aspekte der modernen Physik WS 2011

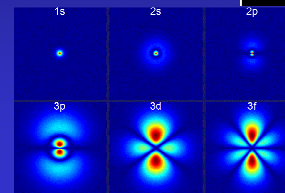
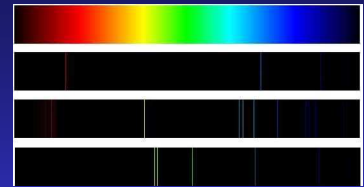
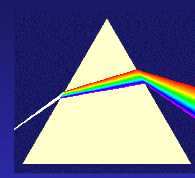
06 Quantenphänomene

07.06.2011

www.kbraeuer.de

1

Atome



Scharfe Spektrallinien
 ⇒
 Atom ≙ schwingende Ladungsverteilung

www.kbraeuer.de

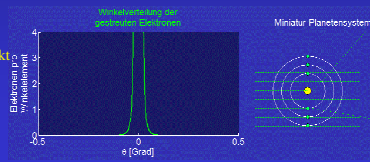
2

Atome

Vakuumpipeline



Wenige Elektronen werden abgelenkt
 ⇒
 Atom ≙ Miniaturplanetensystem



07.06.2011

www.kbraeuer.de

3

Quantenmechanik

- Phänomene
 - Atome
 - Halbleiter
 - LASER
 - Interferometer
 - Quantenbit und Quantencomputer
 - Quantenteleportation
 - Quantenkryptologie
 - Bell'sche Ungleichungen und Aspect-Experiment
 - ...

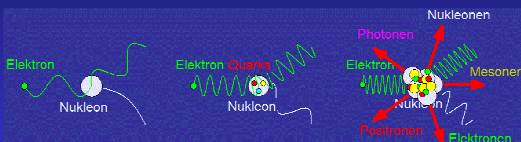
07.06.2011

www.kbraeuer.de

4

Unschärfe

- Klassische Physik: Punkt auf Bahnkurve: $x(t)$
 Geschwindigkeit: $v(t) = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t}$
- z.B. Elementarteilchen: Der exakte Punkt $x(t)$ ist nirgends beobachtbar!



- Quantenmechanik: Heisenbergsche Unschärfe: $\Delta x \Delta p \geq \hbar$



07.06.2011

www.kbraeuer.de

5

Formale Grundlagen – Schrödinger Gleichung

- Bahnkurven → Wahrscheinlichkeit für Detektorreaktion
- Unschärfepotential (Mittlere Energie → Energie aller Möglichkeiten)
- Mathematische Transformation $\rho, S \rightarrow \psi$

Hamilton-Jacobi-Gleichung:
$$\frac{\partial S}{\partial t} + \frac{1}{2m} (\nabla S)^2 + V(\vec{r}) = \frac{\hbar^2 \nabla^2 \rho}{2m \rho}$$

Erhaltung der Wahrscheinlichkeit:
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot \rho \vec{v} = 0$$

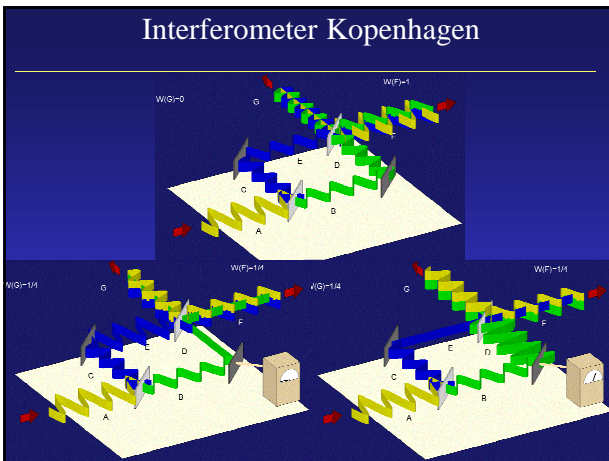
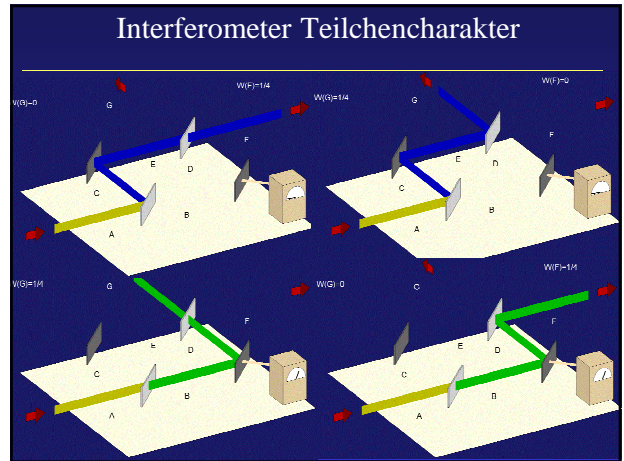
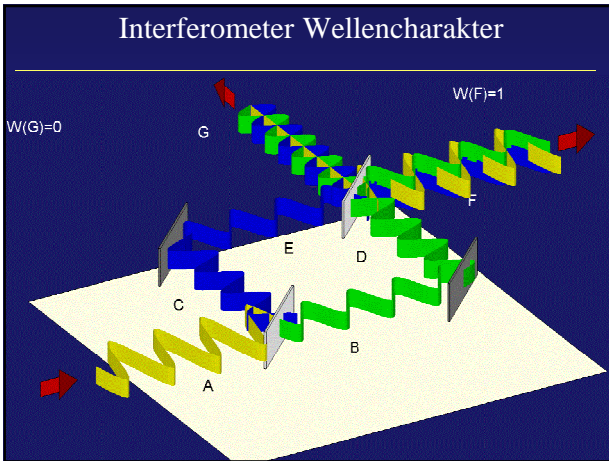
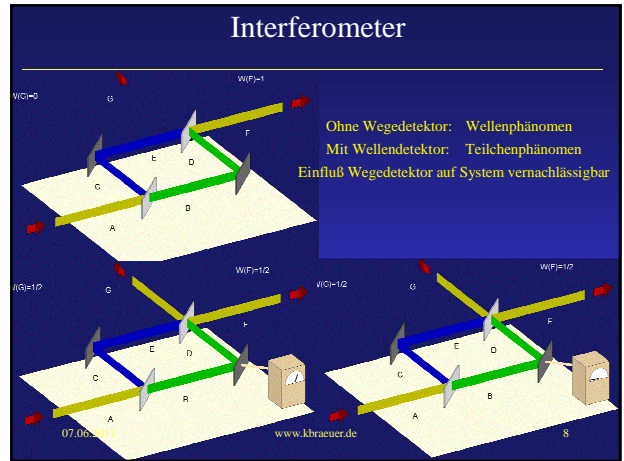
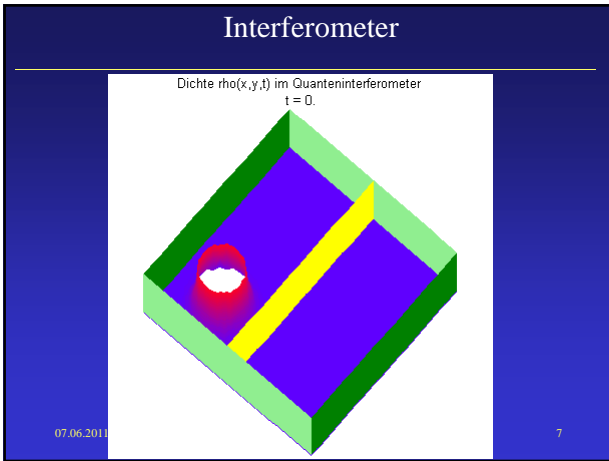
Mathematische Transformation:
$$\psi = \sqrt{\rho} e^{iS/\hbar} \Rightarrow$$

Schrödinger-Gleichung:
$$-\frac{\hbar}{2m} \nabla^2 \psi + V \psi = i \hbar \frac{\partial \psi}{\partial t}$$

07.06.2011

www.kbraeuer.de

6



- ### Kopenhagener Interpretation
- Unschärfe Präparation des Systems
 - Ursache → Wirkung (Kausalzusammenhang):
 - Energie + Wahrscheinlichkeitserhaltung (nicht Bewegung von Materie!)
 - Superposition von Möglichkeiten
 - nicht bewussteinsfähig
 - Beobachtung
 - Manifestation einer Möglichkeit zur Tatsache
 - Erscheinen der klassischen Situation
- 07.06.2011
- www.kbraeuer.de
- 12

Quantenmechanik:

- Aufgelöst werden
 - Trennung von System und Beobachter
 - Dualismus, Objektivität (Welle – Teilchen)
 - Raum und Zeit (Nichtlokalität, kein Zeitoperator Zeit nicht meßbar)
 - Kausalität (Möglichkeiten anstelle von Tatsachen)
- klassisch und bewusstseinsfähig (räumlich, zeitlich, materiell beobachtbar) bleiben
 - Präparation und Messung
 - Kausalzusammenhang (objektiv aber unscharf)
- Quantenmechanik:
 - Verbindung zwischen bewusstseinsfähiger und nicht bewusstseinsfähiger Wirklichkeit?
 - Modell unserer Individuation

07.06.2011

www.kbraeuer.de

13

Atome - Kopenhagen



07.06.2011

www.kbraeuer.de

14

Makroskopische Quantenphänomene

- z. B. O'Connellschen Quantenmaschine
 - mechanischer Oszillator (40 μm), gekoppelt mit Q-Bit
 - Anregung von Quantenzuständen und Überlagerungen
 - siehe: 'The First Quantum Machine', Science Vol 330, 2010

07.06.2011

www.kbraeuer.de

15

Quantenmechanisch Denken über die Welt ?

- Physiologische Systeme
 - Funktion in Körperzellen (Wirkung von Proteinen und DNS)
 - Krebs
- Freier Wille (Libet)
- Chaotische Systeme (Wetterentwicklung)
- Gehirn-Bewusstsein (Goswami)
 - Kosmologie, Evolution, Archäologie
 - Individuation als Manifestation
- Verweist Quantenmechanik auf tiefere Schichten unserer Existenz?

07.06.2011

www.kbraeuer.de

16

Erleben von Superpositionen

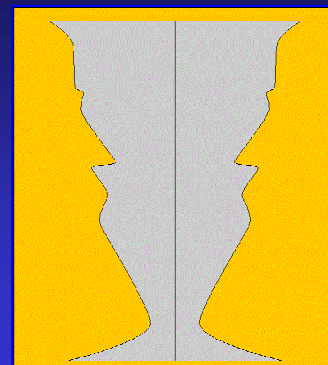
- Liebe – Hass
- Lärm – Musik
- Aufmerksamkeit – Schläfrigkeit (im Unterricht)
- Chor - Orchester

07.06.2011

www.kbraeuer.de

17

Erleben von Superpositionen



07.06.2011

18

