

Der Wahrscheinlichkeitsbegriff in der Quantenphysik

von

Constantin Clauß

Gliederung

I. Grundlagen und Geschichte der Quantenphysik

I.1 Was sind Quanten

I.2 Geschichte der Quantenphysik

II. Experimente und Folgerungen

II.1 Doppelspaltversuch

II.2 Folgerungen aus Experimenten

II.3 Wahrscheinlichkeitstheorie in der Physik

II.3.a Klassische Physik

II.3.b Quantenphysik

III. Ausblick

Was sind Quanten

- Träger von Energie und Ladung
- Photon: Anregung elektromagnetisches Feld
- Elektron: negativ geladener Atombaustein
- Proton: positiv geladener Atomkernbaustein
- Neutron: ungeladener Atomkernbaustein
- Nur Quanten übertragen Energie

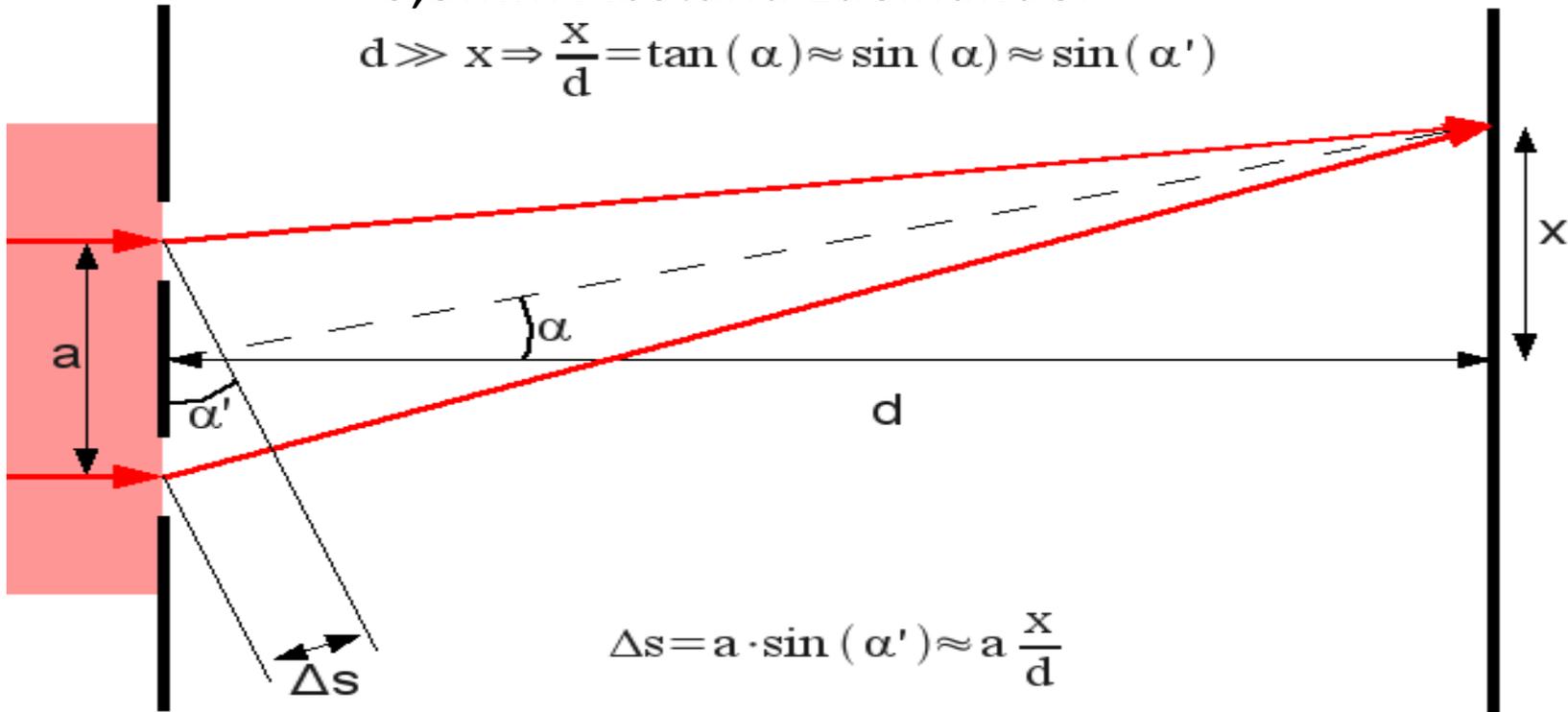
Geschichte der Quantenphysik

- Bis Ende 19.Jahrhundert: Energieübertragung in beliebigen Mengen
- Max Plank: Energieübertragung nur in bestimmten Mengen; $\Delta E = h \times f$
- Einstein: $h \times f$ Eigenschaft von Photonen
- Heisenberg, Pascal, Jordan (1925): Matrizenmechanik
- Schrödinger 1925:
Wellenmechanik äquivalent zur Matrizenmechanik

Doppelspaltversuch

Doppelspalt: zwei Spalten $\sim 0,1\text{mm}$ Breite;
 $0,5\text{mm}$ Abstand zueinander

$$d \gg x \Rightarrow \frac{x}{d} = \tan(\alpha) \approx \sin(\alpha) \approx \sin(\alpha')$$



Unbeobachtet: Interferenz

Beobachtet: keine Interferenz

Folgerung: Beobachtung beeinflusst
Verhalten der Photonen

Folgerungen aus Experimenten

Neue mathematische und physikalische Theorien

Quantenobjekte sind weder Welle noch Teilchen,
sondern weisen Eigenschaften beider Theorien
auf

Observablenpaare nicht beliebig genau
bestimmbar

Wahrscheinlichkeitstheorie in der klassischen Physik

Zustand eines Systems ausgedrückt durch
klassische Observablen

Deterministisch: Zustand zu einem Zeitpunkt
bekannt => für jeden Zeitpunkt berechenbar

Wegen Messfehlern unmöglich Zustand beliebig
genau zu bestimmen => Häufigkeitsverteilung

Wahrscheinlichkeitstheorie in der Quantenphysik

Nicht deterministisch

Born 1926: Wellenfunktion ψ = Wahrscheinlichkeitsamplitude

Neumann 1932: Wellenfunktion = eindimensionaler Unterraum
von abstraktem Hilbertraum

=> Zustand QM-System = Vektor aller

Wahrscheinlichkeitsverteilungen aller möglichen Eigenschaften

keine gemeinsame Verteilung für zwei beliebige Observablen,
gleichzeitig einen bestimmten Wert anzunehmen

nur eingeschränkte Wahrscheinlichkeitsaussagen möglich

Ausblick

Quantenmechanik hat nicht nur für die Physik neue Gebiete der Forschung eröffnet, sondern auch für die Mathematik und vor allem auch die Wahrscheinlichkeitstheorie.

Quantenwahrscheinlichkeitstheorie steht gerade erst am Anfang und bietet noch viele Möglichkeiten

Vielen Dank
für
Ihre Aufmerksamkeit