

Inhalt

1. ZUR BILDUNG VON THEORIEN IN DER PHYSIK.....10

1.1 Theorien bzw. Modelle und ihre Charakteristika.....10

1.2 Theoriebildung als die zentrale Arbeitsweise der Physik21

2. VIER WESENSZUGE DER QUANTENPHYSIK ANHAND EINFACHER EXPERIMENTE.....25

2.1 Statistisches Verhalten27

2.2 Fähigkeit zur Interferenz.....29

2.3 Eindeutige Messergebnisse36

2.4 Komplementarität41

2.5 Zusammenstellung der Wesenszüge49

3. QUANTITATIVE BESCHREIBUNG DER VIER WESENSZUGE.....50

3.1 Beschreibung mit dem Zeigerformalismus50

3.2 Beschreibung mit ψ -Funktionen61

4. VERSCHRÄNKTE QUANTENOBJEKTE.....72

4.1 Die Bellsche Ungleichung oder: Warum die Quantentheorie nichtlokal sein muss 72

4.2 Dekohärenz, ein Schritt zur Lösung von Schrödingers Katzenparadoxon oder: Warum gibt es im Alltag keine Überlagerungszustände?.....81

5. EXPERIMENTE MIT DEM INTERFEROMETER.....88

5.1 Interferenz beim Mach-Zehnder-Interferometer88

5.2 Komplementarität beim Interferometer.....90

5.3 Der „Quantenradierer“92

6. ANDERE INTERPRETATIONEN DES FORMALISMUS.....96

6.1 Welches sind die Interpretationsprobleme?96

6.2 Probleme mit Unbestimmtheit und statistischem Verhalten98

6.3 Das Messproblem und Versuche zu seiner Lösung106

6.4 Übersicht über die Interpretationsproblematik.....108

6.5 Unmöglichkeiten.....108

7. QUANTENEXPERIMENTE.....109

7.1 Interferenzversuche mit Quantenobjekten109

7.2 „Welcher-Weg“-Information und Komplementarität114

7.3 Interferenzexperimente mit Photonen.....117

7.4 Zustände mit unbestimmter Energie, Quantensprünge124

7.5 Schrödingers Katze und Dekohärenz im Experiment129

7.6 Experimente zur Bellschen Ungleichung133

8. QUANTENPHYSIK IN DER SCHULE.....136

8.1 Theorie- und Modellbildung für den Physikunterricht insgesamt.....137

8.2 Bemerkungen zum Quantenphysik-Unterricht.....143

8.3 Gegenständliche Veranschaulichungen151

8.4 Beispiele für Arbeitsaufträge157

ANHANG171