

INHALTSVERZEICHNIS

KAPITEL 1: Einleitung

1. 1 Vorbemerkungen	1
1. 2 Zielsetzungen der Arbeit	1

KAPITEL 2: Das Schulsystem und die Ausbildung der (Physik-) Lehrerinnen und Lehrer in der Türkei

2. 1 Das Schulsystem in der Türkei	5
2. 2 Die Ausbildung der (Physik-) Lehrerinnen und Lehrer	8
2. 3 Zur Situation der Physikdidaktik in der Türkei	10

KAPITEL 3: Die aktuelle Situation des Unterrichts über Quantenphysik in der Türkei

3.1 Die Darstellung der Quantenphysik in den türkischen Schulbüchern	12
3.2 Vorstellungen von türkischen Lehramtsstudent(inn)en zur Quantenmechanik	42

KAPITEL 4: Entwicklung eines neuen Lehrgangs zur Quantenphysik für die Türkei

4.1 Didaktische Vorentscheidungen	50
4.1.1 Zum Stand der fachdidaktischen Diskussion über die Quantenphysik	50
4.1.1.1 Der „Bremer“ Ansatz und der „Karlsruher“ Physikkurs	50
4.1.1.2 Sich an FEYNMAN orientierenden Ansätze	52
a) Der Ansatz von BADER	53
b) Der Ansatz von BRACHNER & FICHTNER	55
4.1.1.3 Das „Berliner“ Konzept	56
4.1.1.4 Der „Münchner“ Ansatz	59
4.1.1.5 Der neue Unterrichtsvorschlag zur Quantenphysik für die Türkei	62
4.1.2 Deutungen der Quantentheorie	65
4.1.2.1 Die Statistische Interpretation der Quantenmechanik	66
4.1.2.1.1 Die Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation in der Statistischen Interpretation	68
4.1.2.2 Kopenhagener Deutung	69
4.1.2.2.1 Die Unverzichtbarkeit klassischer Begriffe	69
4.1.2.2.2 Die Ganzheitlichkeit der Quantenphänomene	70
4.1.2.2.3 Komplementarität	71

4.1.2.3 Der Vergleich zwischen der Statistischen Interpretation und der Kopenhagener Deutung aus fachdidaktischer Sicht	73
4.1.2.4. EPR-Paradoxon	74
4.1.2.4.1 Realitätsbegriff	74
4.1.2.4.2 Lokalitätsannahme	75
4.1.2.5 Katzen-Paradoxon	81
4.1.2.5.1 Das Gedankenexperiment von SCHRÖDINGER	81
4.1.2.5.2 Der Messprozess in der Quantenmechanik	82
4.1.2.6 Dekohärenz	84
4.1.2.7 Die Viele-Welten-Interpretation (Many-Worlds-Interpretation)	84
4.1.2.8 Schlussbemerkungen	86
4.2 Entwicklung von Medien für den Physikunterricht in der Türkei	88
4.2.1 Was versteht man unter Medien?	88
4.2.2 Funktion der Medien in Bezug auf Lernen	88
4.2.3 „Learning by doing“	90
4.2.4 Mediale Vermittlung von Lehrstoffen im Quantenphysikunterricht	93
4.2.5 Medieneinsatz im neuen Lehrgang für die Türkei	95
a) Videofilme	95
b) Computeranwendungen	98
i) Computersimulationen	98
ii) Interaktive Bildschirmexperimente (IBE)	102
4.3 Die neue Unterrichtskonzeption zur Quantenphysik für die Türkei	
4.3.1 Millikan-Versuch	107
4.3.2 Die Bestimmung der Masse des Elektrons	110
4.3.2.1 Die Bestimmung der Masse des Elektrons mit Hilfe der Fadenstrahlröhre	110
4.3.2.2 Die Bestimmung der Masse des Elektrons mit Hilfe der Elektronenstrahl-Ablenkröhre	112
4.3.3 Abgebremste Elektronen verursachen Strahlung	116
4.3.4 Doppelspaltversuche	119
4.3.4. 1 Doppelspaltversuch mit klassischen Teilchen	119
4.3.4. 2 Doppelspaltversuch mit Elektronen	120
4.3.4. 3 Doppelspaltversuch mit „verdünntem“ Elektronenstrahl	122
4.3.5 Elektronenbeugungsrohre	124
4.3.6 Präparation einer Eigenschaft in der klassischen Physik und der Quantenphysik	129

4.3.7 Gleichzeitige Präparation von zwei Eigenschaften in der klassischen Physik und in der Quantenphysik	131
4.3.7. 1 Gleichzeitige Präparation von zwei Eigenschaften in der klassischen Physik	132
4.3.7. 2 Gleichzeitige Präparation von zwei Eigenschaften bei Quantenobjekten	133
4.3.7. 3 Heisenbergsche Unbestimmtheitsrelation	137
4.3.8 Der lichtelektrische Effekt	138
4.3.8. 1 Die Deutung des Fotoeffekts	140
4.3.9 Der Compton-Effekt	146
4.3.10 Energiequantelung im Atom	149
4.3.10. 1 Atomspektren	149
4.3.10. 2 Franck-Hertz-Versuch	150

KAPITEL 5: Ergebnisse der Vergleichsuntersuchung in der Türkei

5.1 Ergebnisse der Leistungstests	156
5.1.1 Ergebnisse des Vorkenntnis-Tests	156
5.1.1.1 Auswertung der Ergebnisse des Vorkenntnistests	158
5.1.1.2 Zusammenfassung der Ergebnisse	169
5.1.2 Ergebnisse der Abschlussprüfung	170
5.1.2.1 Lernerfolge in den einzelnen Items	170
a) Auswertung der in <i>beiden</i> Abschlussprüfungen vorkommenden Items	170
b) Auswertung der <i>nur</i> in der <i>ersten</i> Abschlussprüfung vorkommenden Items	194
c) Auswertung der <i>nur</i> in der <i>zweiten</i> Abschlussprüfung vorkommenden Items	198
5.1.2.2 Vergleich des Gesamtlernerfolgs	204
a) Gesamtlernerfolg in den einzelnen Klassen	204
b) Gesamtleistung je nach Geschlecht	206
5.2 Ergebnisse zum Einsatz der Medien	207
5.2.1 Fragebögen der Schüler(innen)	207
a) Ergebnisse der Befragung der Schüler(innen) zum Medieneinsatz	208
b) Bewertungen der einzelnen Medienangebote durch die Schüler(innen)	209

5.2.2 Lehrerfragebögen	214
a) Ansichten der Lehrer über den Medieneinsatz	215
b) Ergebnisse der Beurteilung von Lehrern über die Medienangebote	216
5.2.3 Zusammenfassung der Ergebnisse	217
5.3 Interesse von Schülerinnen und Schülern am neuen und am herkömmlichem Unterricht über Quantenphysik	218
5.3.1 Der Interessenbegriff	218
5.3.2 Interesse am Physikunterricht	219
5.3.3 Interesse von Mädchen und Jungen am Physikunterricht	219
5.3.4 Ergebnisse der Untersuchung: Interesse von Schülerinnen und Schülern am Physikunterricht	221
5.3.4.1 Ergebnisse der Befragung bei der Versuchsgruppe unmittelbar nach dem Ende des Kurses (VG1)	223
5.3.4.2 Vergleich der <i>ersten</i> Ergebnisse der Befragung (VG1) mit Ergebnissen <i>nach 2 Monaten</i> (VG2)	224
5.3.4.3 Vergleich der „motivierenden Wirkung“ der neuen und herkömmlichen Unterrichtskonzeptionen	226
5.3.5 Einstellungen der Lehrer zu der neuen Konzeption	230
KAPITEL 6: Zusammenfassung	231
Literaturverzeichnis	235
Danksagung	