

1. Einleitung	1
1.1 Ziele.....	2
1.2 Aufbau der Arbeit	4
Teil I Didaktik der Quantenphysik	5
2. Konzepte zur Quantenphysik.....	6
2.1 Lehrbücher	7
2.2 Schulbücher	11
2.2.1 Physik Gymnasium Sek II.....	11
2.2.2 Universum Physik	13
2.2.3 Impulse Physik	14
2.2.4 Big Bang 2.....	16
2.2.5 Metzler Physik	20
2.3 Lehrkonzepte.....	26
2.3.1 Brachner und Fichtner.....	26
2.3.2 Berliner Konzept	27
2.3.3 Bremer Konzept	28
2.3.4 Küblbeck, Erb, Werner und Bader	28
2.3.5 Würzburger Quantenphysik-Konzept	29
2.3.6 Das Münchener Unterrichtskonzept zur Quantenmechanik.....	34
3. Notwendigkeit eines neuen Konzepts	41
3.1 Rahmenbedingungen der Zielgruppe	42
3.2 Struktur und didaktischer Ansatz des In-Out-Formalismus.....	44
3.3 Theoretische Grundlagen	54
3.3.1 Fachliche Grundlagen	54
3.3.2 Didaktische Grundlagen.....	62
Teil II Das Lehrkonzept.....	67
4. Klassische Mechanik.....	69
4.1 Versagen klassischer Mechanik	69
4.2 Klassische Mechanik mit Symbolen	72
4.2.1 Die Präparation.....	72
4.2.2 Die klassische Detektion	75
4.2.3 Die Selektion – Doppelspalt.....	78

5. Quantenmechanische Symbolik und Rechenregeln.....	81
5.1 Quantenmechanische Symbolik am Einzelspalt	83
5.2 Quantenmechanische Symbolik am Doppelspalt.....	87
5.3 Quantenmechanische Symbolik in mehreren Ebenen.....	89
5.4 Interpretation.....	94
5.4.1 Welle-Teilchen-Dualismus	94
5.4.2 Wahrscheinlichkeitsinterpretation	97
5.4.3 Das Komplementaritätsprinzip	101
6. Energie mikroskopischer Teilchen	108
6.1 Der Potentialtopf.....	108
6.2 Interferenz klassischer Wellen	113
6.3 de-Broglie-Wellenlänge	118
6.4 Schrödingergleichung	123
6.5 Experimenteller Nachweis	134
6.5.1 Versuchsaufbau	134
6.5.2 Folgerungen	138
7. Eigenschaften von Wellenfunktionen.....	140
7.1 Tunneleffekt.....	149
7.2 Darstellung von Potentialen und Wellenfunktionen	154
7.3 Heisenbergsche Unschärferelation.....	159
8. Das Photon.....	165
9. Mathematik	172
9.1 Komplexe Zahlen.....	172
9.1.1 Motivation.....	172
9.1.2 Darstellung in Polarkoordinaten	174
9.1.3 Komplexe Zahlen in der Physik.....	176
9.2 Differentialgleichungen	181
9.2.1 Grundlagen.....	182
9.2.2 Getrennte Veränderliche	184
9.2.3 Lineare DGL zweiter Ordnung mit konstanten Koeffizienten	187
9.2.4 Lösungsansatz homogene Lösung	188
9.2.5 Lösungsansatz inhomogene Lösung	190
10. Musterlösungen	195
Teil III Studiendesign und Evaluation	223
11. Datenerhebung.....	224
11.1 Erhebungsmethoden.....	224

11.2	Probandengruppen.....	228
11.2.1	Pilotierung des Ansatzes	228
11.2.2	Pilotierung des Konzepts.....	229
11.2.3	Hauptstudie	232
12.	Ergebnisse	245
12.1	Quantitative Ergebnisse	245
12.2	Qualitative Ergebnisse	265
12.3	Kritik und Ausblick.....	267
12.3.1	Studienverlauf	267
12.3.2	Fragebogen	268
12.3.3	Aufbau des Lehrkonzepts.....	270
13.	Zusammenfassung.....	271
IV	Literaturverzeichnis	273
V	Anhang	283