# Inhaltsverzeichnis


**1 Einleitung und Motivation** **1**

**2 $Cu_2O$ : Grundlegende Eigenschaften** **5**
2.1 Kristallstruktur . . . . . 5
2.2 Phononen . . . . . 6
2.3 Exzitonen . . . . . 8
2.3.1 Elektronen in Festkörpern . . . . . 8
2.3.2 Wannier-Exzitonen: die gelbe $n$p-Serie . . . . . 10
2.3.3 Das gelbe 1s-Exziton . . . . . 15
2.3.4 Temperaturabhängigkeit der Exzitonresonanzen . . . . . 20
2.3.5 Exzitonendynamik in $Cu_2O$ . . . . . 21
2.4 Verwendete Proben . . . . . 24

**3 Temperatur- und anregungsabhängige Photolumineszenz** **27**
3.1 Gibt es ein thermisches Gleichgewicht zwischen Ortho- und Paraexzitonen? . . . . . 28
3.2 Untersuchungen zur anregungsabhängigen Bildungseffizienz . . . . . 31
3.3 Störstellenlumineszenz im nahen Infrarot . . . . . 35

**4 Experimentelle Methoden** **39**
4.1 Fourierspektroskopie . . . . . 40
4.2 Anregungs-Abfrage-Spektroskopie . . . . . 43
4.2.1 Experimentelle Fragestellung . . . . . 43
4.2.2 Experimenteller Aufbau . . . . . 44
4.2.3 Tieftemperaturtechnik . . . . . 47

**5 Optische Eigenschaften von $Cu_2O$ im mittleren Infrarot** **51**
5.1 Übersicht der MIR-Absorptionsbanden . . . . . 51
5.2 Biphononen, Multiphononen und lokalisierte Phononmoden . . . . . 53
5.2.1 Biphononen . . . . . 53
5.2.2 Multiphononresonanzen . . . . . 54

5.2.3 Lokalisierte Phononmoden . . . . . 54
5.3 MIR-Absorptionsbande bei 142meV . . . . . 55
5.4 Interpretation der Seitenbanden als Multiphononresonanzen . . . . . 58
5.5 MIR-Absorptionsbande bei 100meV . . . . . 61

**6 Theorie der intraexzitonischen Übergänge in $Cu_2O$ 65**
6.1 Auswahlregeln . . . . . 66
6.1.1 Nominelle Übergangsenergien . . . . . 68
6.1.2 Interexzitonische Übergänge zu höheren Exzitonenserien . . . 69
6.2 Dichteeichung mittels eines Wasserstoffmodells . . . . . 70
6.2.1 Wellenfunktionen und Dipolmatrixelemente des H-Atoms . . . 71
6.2.2 Modifikation des H-Modells für die gelbe Exzitonenserie . . . . 72
6.2.3 Lorentz-Oszillator Modell . . . . . 74
6.3 Theoretische Linienform . . . . . 78
6.3.1 Linienform ohne homogene Verbreiterung . . . . . 78
6.3.2 Berücksichtigung der homogenen Verbreiterung . . . . . 82

**7 Intraexzitonische Übergänge in $Cu_2O$: Experimentelle Ergebnisse 85**
7.1 Frühere Messungen . . . . . 85
7.2 1s→2p Übergänge des 1s-Paraexzitons in $Cu_2O$ . . . . . 88
7.2.1 Experimentelle Randbedingungen . . . . . 88
7.2.2 Identifikation des Übergangs . . . . . 90
7.2.3 Intensitätsabhängige Messungen . . . . . 98
7.2.4 Induzierte Absorption als Funktion der Anregungswellenlänge 100
7.2.5 Temperaturabhängigkeit der induzierten Absorption . . . . . 105

**8 Zusammenfassung und Ausblick 115**

**Publikationen 121**

**Abbildungsverzeichnis 122**

**Tabellenverzeichnis 125**

**Literaturverzeichnis 127**

**Danksagung 137**