



Michael Jörger (Autor)

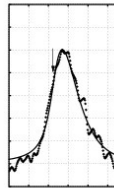
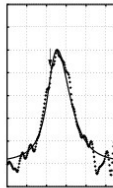
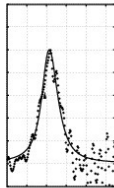
# **Terahertzspektroskopie an Cu<sub>2</sub>O: Intraexzitonische und phononische Übergänge**

Physik

Michael Jörger

---

## **Terahertzspektroskopie an Cu<sub>2</sub>O: Intraexzitonische und phononische Übergänge**



---

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2796>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cu<sub>2</sub>O : Grundlegende Eigenschaften</b>	<b>5</b>
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 <i>np</i> -Serie . . . . .	10
2.3.3	Das gelbe 1s-Exziton . . . . .	15
2.3.4	Temperaturabhängigkeit der Exzitonresonanzen . . . . .	20
2.3.5	Exzitonendynamik in <b>Cu<sub>2</sub>O</b> . . . . .	21
2.4	Verwendete Proben . . . . .	24
<b>3</b>	<b>Temperatur- und anregungsabhängige Photolumineszenz</b>	<b>27</b>
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
<b>4</b>	<b>Experimentelle Methoden</b>	<b>39</b>
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	Tiefemperaturtechnik . . . . .	47
<b>5</b>	<b>Optische Eigenschaften von Cu<sub>2</sub>O im mittleren Infrarot</b>	<b>51</b>
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
<b>6</b>	<b>Theorie der intraexzitonischen Übergänge in Cu<sub>2</sub>O</b>	<b>65</b>
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
<b>7</b>	<b>Intraexzitonische Übergänge in Cu<sub>2</sub>O: Experimentelle Ergebnisse</b>	<b>85</b>
7.1	Frühere Messungen . . . . .	85
7.2	1s→2p Übergänge des 1s-Paraexzitons in Cu <sub>2</sub> O . . . . .	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
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>115</b>
	<b>Publikationen</b>	<b>121</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>122</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>125</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>127</b>
	<b>Danksagung</b>	<b>137</b>