

Photoluminezenz (PL)

## **Praktikum-Festkörperphysik**

**Lehrstuhl für Experimentelle Physik III**

Julia Jacob  
julia.jacob@udo.edu

Mario Alex Hollberg  
mario-alex.hollberg@udo.edu

7. August 2020

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |          |
|----------|--|----------|
| <b>1</b> | <b>Auswertung</b>  | <b>3</b> |
| 1.1      | Photolumineszenz-Eigenschaften der kolloidalen Nanokristalle . . . . . | 3        |
| 1.1.1    | Größe der Nanokristalle . . . . .                                      | 3        |
| 1.1.2    | Polarisation der Photolumineszenz . . . . .                            | 4        |
| 1.1.3    | Leistungsabhängige Peak-Energie . . . . .                              | 5        |
| 1.2      | Abhängigkeit der Photolumineszenz von der Laserwellenlänge . . . . .   | 6        |
| 1.3      | Linearer Polarisationsgrad von Flüssigkeiten (Bonus-Aufgabe) . . . . . | 6        |
| <b>2</b> | <b>Diskussion</b>  | <b>8</b> |

# 1 Auswertung

In diesem Kapitel folgen nun die Messungen und Ergebnisse der drei Messaufgaben.

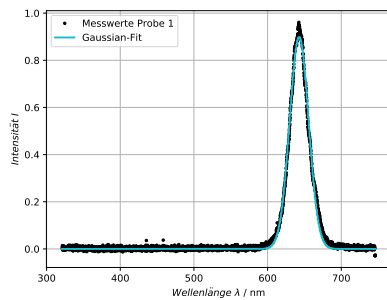
$$y = a \cdot \exp\left(-\ln(2) \cdot \frac{(x - x_0)^2}{dx^2}\right) \quad (1)$$

## 1.1 Photolumineszenz-Eigenschaften der kolloidalen Nanokristalle

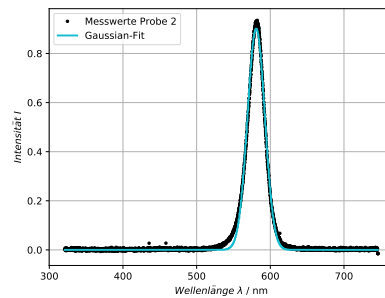
Die erste Aufgabe ist es, einige Eigenschaften der kolloidalen Nanokristalle anhand von Photolumineszenzspektren zu untersuchen.

### 1.1.1 Größe der Nanokristalle

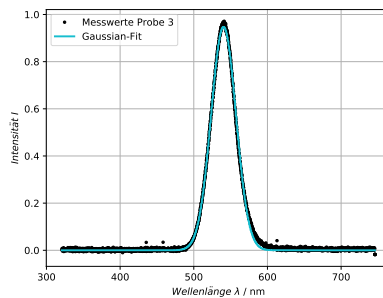
Zunächst soll die Größe der kolloidalen Nanokristalle jeder Probe bestimmt werden. Hierfür wird jede einzelne Probe mit einem Laser der Wellenlänge  $405\text{ nm}$  angeregt und ein Photolumineszenzspektrum (PL-Spektrum) von ca  $320 - 747\text{ nm}$  wird aufgenommen. Diese PL-Spektren sind in Abbildung (1) zu sehen.



(a) Messung der Probe 1 mit  
Messdauer 1 s.



(b) Messung der Probe 2 mit  
Messdauer 0,5 s.



(c) Messung der Probe 3 mit  
Messdauer 0,65 s.

**Abbildung 1:** Photolumineszenzspektren der drei vorliegenden Proben mit einer Anregungswellenlänge von  $405\text{ nm}$ .

Alle drei Spektren weisen nur geringfügige Abweichungen auf. Mit Hilfe von Magicplots werden durch die Messwerte aller drei PL-Spektren gaußförmige Ausgleichskurven gelegt. Diese besitzen die in Formel (??) beschriebene Form. Die Variable  $x_0$  gibt die Wellenlänge der Probe an. Mittels der Formeln (??) und (??) lassen sich nun die Größe der Nanopartikel berechnen.

$$\Delta E_{r,i} = h \frac{c}{\lambda_i} \quad (2)$$

$$\Delta E_{r,i} = E_g + \frac{h^2}{8r_{NP,i}} \left( \frac{1}{m_e^*} + \frac{1}{m_h^*} \right) \quad (3)$$

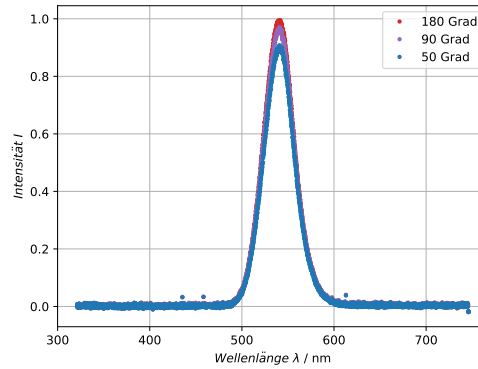
Alle Ergebnisse sind in Tabelle (??) aufgelistet.

**Tabelle 1:** Ergebnisse aus den Fit-Kurven der drei Messungen.

| Probe | Wellenlänge $\lambda$ / nm |               | Energie / eV | Radius $r_{NP}$ / nm |
|-------|----------------------------|---------------|--------------|----------------------|
|       | Theorie                    | experimentell |              |                      |
| 1     | 644                        | 642,819       | 1,9289       | 7,717                |
| 2     | 580                        | 580,832       | 2,1348       | 5,338                |
| 3     | 542                        | 540,287       | 2,2949       | 4,502                |

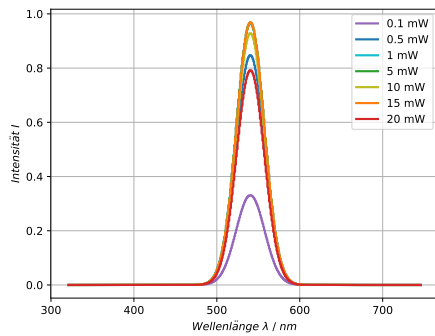
### 1.1.2 Polarisation der Photolumineszenz

Nachdem

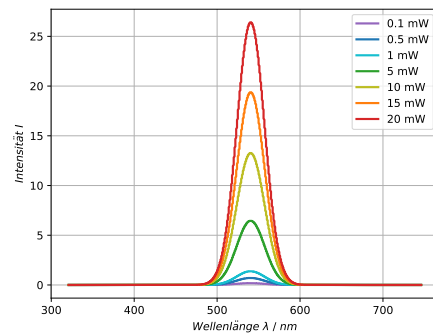


**Abbildung 2:** PL-Spektrum der Probe 3 mit einer Anregungswellenlänge von 405 nm für drei unterschiedliche Polarisationswinkel im Detektionspfad.

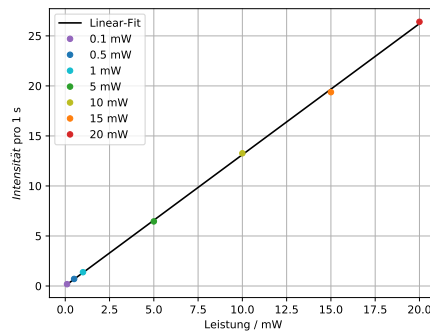
### 1.1.3 Leistungsabhängige Peak-Energie



(a) Die aufgenommenen PL-Spektren für verschiedenen Laserleistungen.



(b) Die aufgenommenen PL-Spektren für verschiedenen Laserleistungen mit einer Messzeit von 1 s.



(c) Die Peak-Energien der PL-Spektren mit linearem Fit.

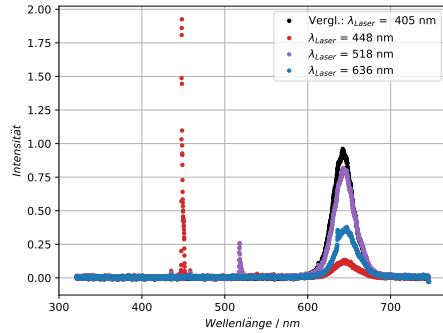
**Abbildung 3:** Messung der Peak-Energie der Probe 3 mit einer Anregungswellenlänge von  $405\text{ nm}$  für unterschiedliche Laserleistungen.

**Tabelle 2:** Ergebnisse der Messung zur Leistungsabhängige Peak-Energie.

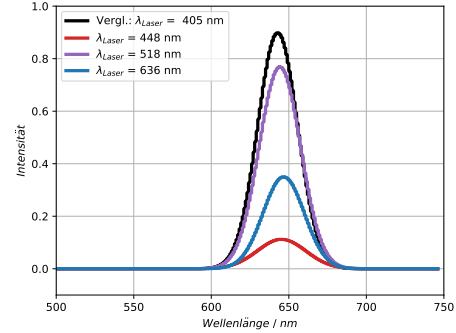
| Laserleistung / mW | Intensität | Zeitintervall $\Delta t$ / ms |
|--------------------|------------|-------------------------------|
| 0,1                | 0,3311     | 1800                          |
| 0,5                | 0,8477     | 1200                          |
| 1                  | 0,9658     | 700                           |
| 5                  | 0,9684     | 150                           |
| 10                 | 0,9286     | 70                            |
| 15                 | 0,9687     | 50                            |
| 20                 | 0,7922     | 30                            |

## 1.2 Abhängigkeit der Photolumineszenz von der Laserwellenlänge

Abbildung 4: Messungen und Ergebnisse zur Probe 1.

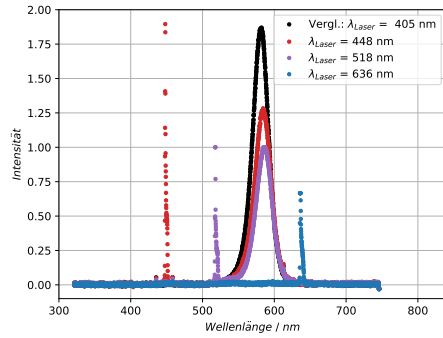


(a) PL-Spektren der Probe 1 mit unterschiedlicher Anregungswellenlänge.

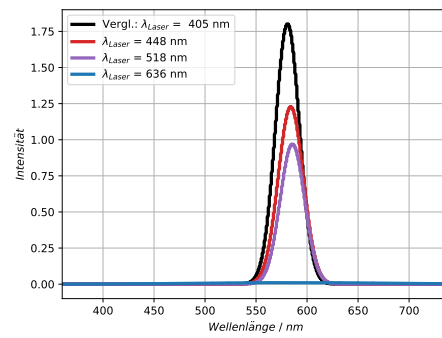


(b) Darstellung der Fits der Reflexionspeaks.

Abbildung 6: Messungen und Ergebnisse zur Probe 2.



(a) PL-Spektren der Probe 2 mit unterschiedlicher Anregungswellenlänge.



(b) Darstellung der Fits der Reflexionspeaks.

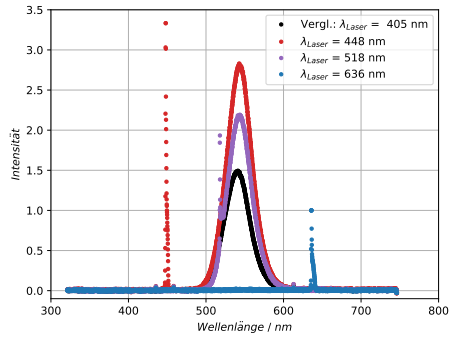
## 1.3 Linearer Polarisationsgrad von Flüssigkeiten (Bonus-Aufgabe)

$$\text{Polarisationsgrad} = \frac{I_{PL,0^\circ} - I_{PL,90^\circ}}{I_{PL,0^\circ} + I_{PL,90^\circ}} \quad (4)$$

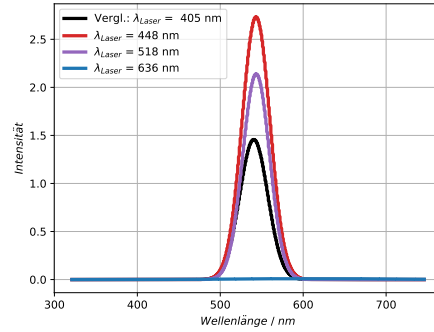
$$P_{0^\circ} = 0,08204$$

$$P_{90^\circ} = 0,03779$$

Abbildung 8: Messungen und Ergebnisse zur Probe 3.

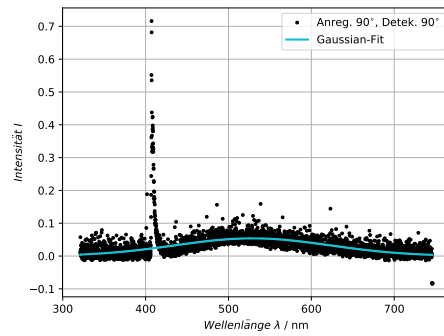
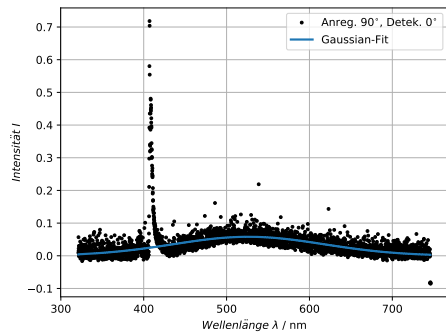
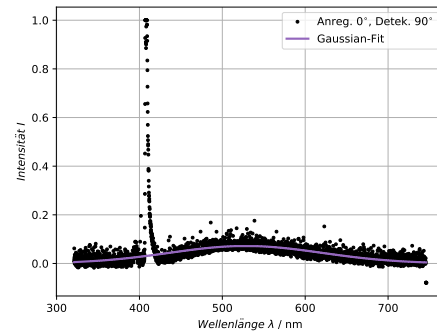
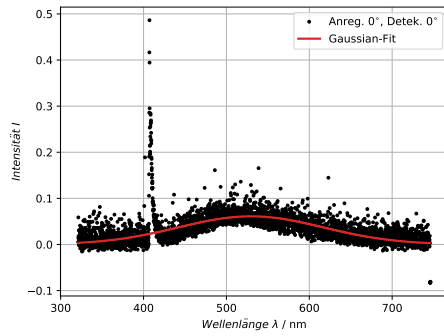


(a) PL-Spektren der Probe 3 mit unterschiedlicher Anregungswellenlänge.

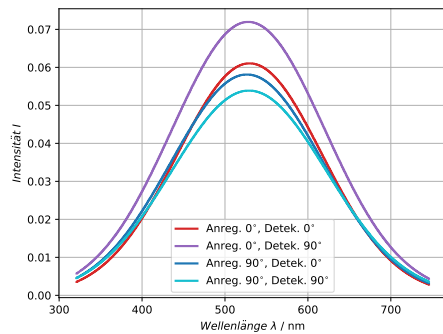


(b) Darstellung der Fits der Reflexionspeaks.

Abbildung 10: Die PL-Spektren der Messungen von der Wein-Probe für verschiedene Polarisationspfade.



**Abbildung 12:** Vergleich der vier Messung der Wein-Probe.



(b) Messwerte zu den gefitteten Gauß-Kurven.

| Anregung | Detektion | Intensitätsmaximum |
|----------|-----------|--------------------|
| 0°       | 0°        | 0,0611             |
| 0°       | 90°       | 0,0719             |
| 90°      | 0°        | 0,0581             |
| 90°      | 90°       | 0,0539             |

(a) Die gefitteten Gauß-Kurven der vier gemessenen PL-Spektren im Vergleich.

## 2 Diskussion

### 2.1 Photolumineszenz-Eigenschaften der kolloidalen Nanokristalle

#### 2.1.1 Größe der Nanokristalle

Die Messung zeigt, dass die experimentell bestimmte Wellenlänge der Proben nicht weit von der angegebenen abweicht und die bestimmten Radien der Nanopartikel liegen wie erwarten im *nm*-Bereich.

#### 2.1.2 Polarisation der Photolumineszenz

#### 2.1.3 Leistungsabhängige Peak-Energie

### 2.2 Abhängigkeit der Photolumineszenz von der Laserwellenlänge

### 2.3 Linearer Polarisationsgrad von Flüssigkeiten (Bonus-Aufgabe)