

Spektrometerversuch (FP 03): Absorption und Fluoreszenz großer Moleküle

Ziel des Versuches

Der Stokes-Shift von Fluorescein wird bestimmt. Dazu werden Absorptions- und Fluoreszenzspektren dieses Farbstoffmoleküls mit Hilfe eines Gitterspektrometers gemessen. Zuerst wird das mit einem Lab-View Programm steuerbare Spektrometer kalibriert und dessen Auflösung bestimmt. Darüber hinaus wird ein Modulationsverfahren mit frequenzselektiver Verstärkung und phasenempfindlicher Gleichrichtung (Lock-In Technik) verwendet, um das bei LED-Anregung relativ schwache Lumineszenzsignal gut nachweisen zu können.

Schwerpunkte zur Vorbereitung:

- Gitterspektrometer, Czerny-Turner Anordnung
 - optische Anpassung
 - Auflösungsvermögen, Einfluss der Spaltbreite
 - Transmissions-, Absorptions-, Reflexionsspektren
 - Emissionsspektren, u. a. von Strahlungsquellen wie thermische Strahler, LED...
 - Molekülspektren
 - Lock-In-Technik (Rauschen, Rauscharten, frequenzselektive Messung und phasenempfindliche Gleichrichtung), hierzu siehe: BSc Arbeit von Jan Eggemann, Uni Bremen 2013 auf der Praktikumsseite

Aufgabenstellung mit Hinweisen zur Durchführung:

1. Bauen Sie die optischen Komponenten für eine Transmissionsmessung durch die mit Fluorescein gefüllte Küvette mit Lock-In-Verstärker auf und optimieren Sie ihren Aufbau, so dass Sie bei 550 nm und Spaltöffnungen des Eintritts- und des Austrittsspalt von jeweils 30 μm (Multiplier Empfindlichkeitsstufe 5, Zeitkonstante des Lock-In- Verstärkers 10 ms) ein Signal von mindestens 8 mV erhalten.

Hinweis: Mit dem Kondensator der Halogenlampe und einer Punktblende soll eine Punktlichtquelle erzeugt werden. Die Strahlung der Punktlichtquelle soll dann parallelisiert und schließlich vor dem Spektrometer auf dessen Eintrittsspalt fokussiert und optisch angepasst werden. Das

Öffnungsverhältnis des Spektrometers beträgt etwa 1:5. Um kein Licht zu verschenken müssen dafür zwei identische Linsen verwendet werden. Im Parallelstrahl befindet sich die Küvette mit dem Fluorescein-Farbstoff. Damit das gesamte Licht durch die Küvette geht, muss der Parallelstrahl vor der Küvette fokussiert und anschließend wieder parallelisiert werden. Dazu sollen auch zwei identische Linsen mit z. B. $f=60$ mm verwendet werden. An geeigneter Stelle muss noch der mechanische Chopper im Strahlengang platziert werden. Beachten Sie bei der gesamten Justage des Strahlengangs, dass sich Licht geradlinig ausbreitet.

2. Kalibrieren Sie das Spektrometer, indem Sie 3 bekannte Linien der Hg-Cd Lampe nutzen. (Hinweis: Zur Kalibrierungsmessung sollte die Hg-Cd Lampe an die Position der Küvette gestellt werden)
3. Messen Sie das Transmissionsspektrum $T_{\text{dye}}(\lambda)$ von Fluorescein. Da

$$T_{\text{dye}}(\lambda) = \frac{I_{\text{dye}}(\lambda)}{I_{\text{lamp}}(\lambda)}$$

gilt, müssen Sie das Lampenspektrum (Leerkurve ohne Farbstoffküvette) und anschließend das Spektrum mit Farbstoffküvette messen. Dadurch können Sie das Emissionsspektrum der Lampe herausrechnen.

4. Messen Sie die Emissionsspektren beider Leuchtdioden. Überlegen Sie, mit welcher LED der Farbstoff stärker angeregt werden kann.
5. Messen Sie die Emissionsspektren von Fluorescein bei Anregung mit den LEDs.
Hinweis: Der Farbstoff in der Küvette soll seitlich - also in einem Winkel von 90° zur optischen Achse - mit der LED-Strahlung angeregt werden. Positionieren Sie die LED jeweils seitlich direkt vor der Küvette. Die Verstärkung des Multipliers kann je nach LED zwischen Stufe 5 und Stufe 9 eingestellt werden. Bei einer Zeitkonstante des Lock-In-Verstärkers von $100 \mu\text{s}$ sollte im 3 mV -Messbereich ein gutes Emissionssignal aufnehmbar sein. Fahren Sie das Spektrum langsam mit velocity 20 und einer sample rate von 1 durch.
6. Bestimmen Sie die spektralen Positionen der Longitudinalmoden eines rot leuchtenden Halbleiterlasers und ermitteln Sie daraus die Länge des aktiven Mediums.