Übungsleiter: Simon Thiele
Gebäude 9 - Raum 1.228
Tel.: 0711 685 66609
E-Mail: thiele@ito.uni-stuttgart.de

Hinweis: Jede/r Übungsteilnehmer/in sollte im Lauf des Semesters mindestens **einmal** vorgerechnet haben. Präsenzaufgaben können auch vorgerechnet werden.

1 Hochgeschwindigkeitskamera

Sie möchten sich eine Hochgeschwindigkeitskamera ausleihen um damit eine floureszierende zerplatzende Seifenblase im Dunkeln und in Zeitlupe aufzunehmen. Ein System gefällt Ihnen besonders und Sie wollen herausfinden, ob es für Ihre Idee geeignet ist.

a) Ihr Wunsch-Objektiv bietet laut Datenblatt im Bild einen MTF-Kontrast von 0.15 (Rayleigh-Kriterium) bei 20 lp/mm. Wie groß ist der Radius der Airy-Disk?

Der Floureszenzfarbstoff in der Seifenflüssigkeit emittiert bei einer Wellenlänge von 550 nm und wandelt das einfallende Licht mit 30% Effizienz um. Sie beleuchten mit 400 nm.

b) Wieviel elektrische Leistung erreicht den Kamerachip für die jeweilige Wellenlänge, wenn folgende Annahmen getroffen werden:

- Sie verwenden einen Filter vor dem ansonsten verlustfreien Objektiv mit einem Transmissionsspektrum wie in Abb. 1a
- 30% des im Objektraum vorhandenen Lichts erreicht den Filter
- Die spektrale Effizienz des Chips verläuft wie in Abb. 1b
- Die Lichtleistung, die das Objekt erreicht beträgt 100 mW

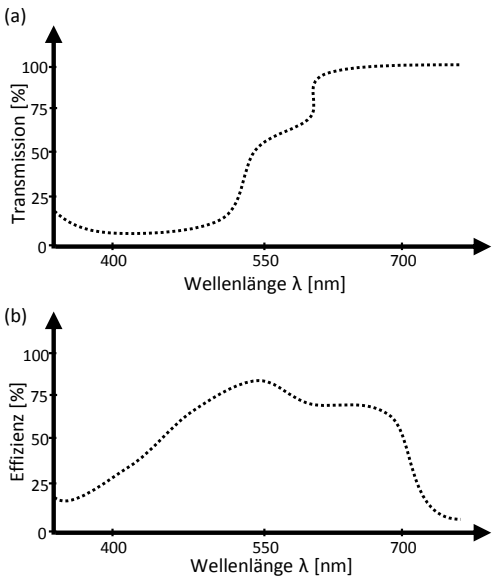

Abbildung 1: Spektren

c) Für ein akzeptables Signal-zu-Rausch-Verhältnis sollte ein Pixel des 1 Megapixel-Chips pro Auslesevorgang 2 pJ an Energie angesammelt haben. Mit welcher Bildwiederholrate können Sie aufnehmen, wenn die ankommende Gesamtleistung aus Aufgabe b) 1 mW betragen würde?

Präsenzaufgaben

d) Ein CMOS-Bildsensor hat eine Pixelgröße von 5x5 μm^2 und Sie nehmen an, dass der Füllfaktor 1 beträgt. Würde das Nyquist-Kriterium erfüllt, wenn die Pixel eine Airy-Disk mit 15 µm Radius absampeln sollen?

e) Ihnen fällt auf, dass Sie übersehen haben, dass der Chip einen Füllfaktor von 0.8 hat. Wird das Nyquist-Kriterium in diesem Fall erfüllt?

Die normierte Detektivität (auch spezifische Detektivität) ermöglicht eine flächenunabhängige Einschätzung, welche Lichtleistung bei einer bestimmten Auslesefrequenz gerade noch ausreicht, damit sie vom Sensorrauschen unterschieden werden kann.

f) Ein kreisförmiger Detektor hat einen NEP-Wert (noise equivalent power) von $5e^{-10}$ Watt/$\sqrt{Hz}$ und einen Radius von 5 mm. Berechnen Sie seine normierte Detektivität.