

Ausgabe: 18.10.2013

Abgabe: bis 30.10.2013 10:15 Uhr

Prof. Dr. D. Suter

Aufgabe 1: Endoskopie

3 Punkte

In Linsenendoskopen wird der Gegenstand mehrfach 1:1 umgekehrt abgebildet.

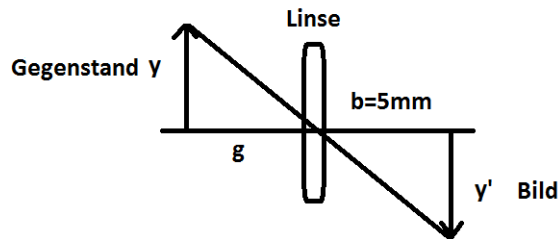


Abbildung 1: Schematischer Aufbau eines abbildenden Systems

- Bestimmen Sie die Brennweite der Linse sodass, eine 1:1 Umkehrabbildung entsteht.
- Endoskope setzen sich aus vielen dieser einzelnen Systemen zusammen. Wie viele Systeme benötigen Sie um das Objekt über eine Distanz von 100 mm abzubilden?

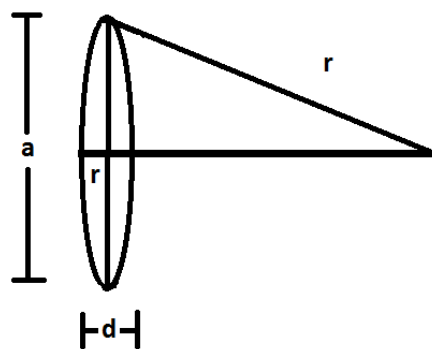


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Linse

- Nehmen Sie an, dass die Linse symmetrisch sei, das heißt $r = r_1 = -r_2$. Weiterhin soll angenommen werden, dass die Linse einen Brechungsindex von $n_1 = 1,5$ aufweist. Die äußere Umgebung soll

Luft sein. Die Dicke d der Linse liegt bei 2 mm. Bestimmen Sie über die Linsenschleifergleichung den Radius und berechnen Sie damit die Höhe der Linse.

$$\frac{1}{f} = (n_1 - n_2) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad (1)$$

Aufgabe 2: Strahlungsenergie eines Körpers

2 Punkte

Berechnen Sie die in einer Stunde netto abgestrahlte Energie ΔW eines menschlichen Körpers bei einer Umgebungstemperatur von 20°C, wenn die Temperatur der Hautoberfläche 28°C beträgt. Nehmen Sie an, dass sich die Haut annähernd wie ein schwarzer Körper verhält. Nehmen Sie für die Körperoberfläche $A = 1,9 \text{ m}^2$ an.

Aufgabe 3: Abtastung einer periodischen Funktion

4 Punkte

Gegeben sei ein rechteckförmiges periodisches Zeitsignal $f(t)$ mit einer Periode $T = 1 \text{ s}$ (s. Abb. 3 + periodische Fortsetzung). Eine periodische Funktion $f(t)$ kann in der folgenden Fourier-Reihe geschrieben werden:

$$f(t) = \frac{1}{2}a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos n \frac{2\pi}{T} t + b_n \sin n \frac{2\pi}{T} t \right) \quad (2)$$

Die Fourier-Koeffizienten a_n und b_n berechnen sich nach:

$$a_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \cos n \frac{2\pi}{T} t dt \quad (3)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_0^T f(t) \sin n \frac{2\pi}{T} t dt \quad (4)$$

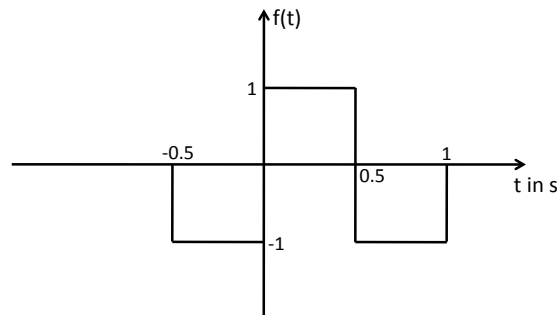


Abbildung 3: Rechtecksignal

- a.) Berechnen Sie die Fourier-Koeffizienten des Rechtecksignals und schreiben Sie die sich ergebende Fourier-Reihe für die ersten 4 nicht verschwindenden Summanden auf.
- b.) Skizzieren Sie das sich ergebende Spektrum für die ersten 4 Komponenten.
- c.) Skizzieren und berechnen Sie das sich ergebende rekonstruierte Spektrum, wenn eine Abtastfrequenz von $\nu_{abt.} = 3,5 \text{ Hz}$ verwendet wird (nur ersten 4 Signalbeiträge).

d.) Es wird folgender Tiefpass

$$H(\nu) = \begin{cases} 1 & \text{für } |\nu| < 3,25 \text{ Hz} \\ 0 & \text{für } |\nu| > 3,25 \text{ Hz} \end{cases} \quad (5)$$

auf das Originalspektrum angewendet. Zeichnen Sie das durch den Tiefpass gefilterte Spektrum. Wie muss die Abtastfrequenz mindestens gewählt werden, damit eine korrekte Rekonstruktion des gefilterten Spektrums gewährleistet ist?