

Ergänzung zum Kapitel „Optik“

5.2.8 Das menschliche Auge

Korrektur eines weitsichtigen Auges

Beispiel: Der Nahpunkt einer bestimmten Person liege bei 100 cm. Welche Brechkraft muss ihre Lesebrille haben, damit sie eine Zeitung im Abstand von 25 cm gut lesen kann?

Zur Beantwortung der Frage machen wir uns zunächst klar, dass die weitsichtige Person einen Gegenstand in 100 cm Entfernung scharf auf ihrer Netzhaut abbilden kann. Daher ist die Lesebrille derart zu konzipieren, dass die Bildweite 100 cm beträgt. Da das Bild ein virtuelles ist, müssen wir getreu der Vorzeichenkonvention die Bildweite mit $b = -100$ cm annehmen. Die Gegenstandsweite ist der Abstand der Zeitung vom Auge, also $g = 25$ cm. Daher schreiben wir

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{25 \text{ cm}} + \frac{1}{-100 \text{ cm}} = \frac{4 - 1}{100 \text{ cm}} \approx \frac{1}{33 \text{ cm}}.$$

Als Brechkraft der Linsen der Lesebrille erhalten wir also $\approx +3,0$ D ($\frac{1}{33 \text{ cm}} = \frac{1}{0,33 \text{ m}} \approx 3,0 \frac{1}{\text{m}}$).

Korrektur eines kurzsichtigen Auges

Beispiel: Ein kurzsichtiges Auge habe einen Nahpunkt von 12 cm und einen Fernpunkt von 17 cm. Welche Brechkraft müssen die Korrekturlinsen dieser Person haben, damit sie entfernte Objekte scharf sehen kann? Wo befindet sich mit dieser Korrektur der Nahpunkt? Man nehme an, dass die Linse 2 cm vom Auge entfernt sei.

Weit entfernte ($g \rightarrow \infty$) Objekte sollen scharf abgebildet werden. Dazu benötigt die Person Brillengläser, die unendlich weit entfernte Gegenstände auf eine Ebene durch den Fernpunkt abbilden. Letzterer ist von der Linse $17 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$ entfernt. Die Bildweite ist also wegen des Entstehens eines virtuellen Bildes $b = -15 \text{ cm}$. Daher erhalten wir für die Brechkraft der Linse

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{-15 \text{ cm}} = 0 - \frac{1}{0,15 \text{ m}} \approx -6,7 \frac{1}{\text{m}}.$$

Die Person benötigt also Zerstreuungslinsen mit $-6,7$ Dioptrien.

Mit dieser Brille verschiebt sich der Nahpunkt. Wir suchen die Gegenstandsweite von Objekten, deren Bild im alten Nahpunkt entsteht. Der alte Nahpunkt ist von der Linse $12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$ entfernt. Damit erhalten wir über die Abbildungsgleichung (nach $\frac{1}{g}$ aufgelöst):

$$\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b} = -\frac{1}{15 \text{ cm}} + \frac{1}{10 \text{ cm}} = \frac{-2 + 3}{30 \text{ cm}} = \frac{1}{30 \text{ cm}}.$$

Folglich ist die Gegenstandsweite und mithin der Abstand des neuen Nahpunktes von den Brillengläsern $g = 30 \text{ cm}$.