4.3.4 Bilderzeugung durch Hohlspiegel

Tabelle „Fallunterscheidung“:

Fälle	g	b	β	Bildeigenschaften
1	$\infty > g > 2f$	$f < b < 2f$	$\lvert\beta\rvert < 1$	reell, umgekehrt, verkleinert
2	$g = 2f$	$b = 2f$	$\lvert\beta\rvert = 1$	reell, umgekehrt, gleich groß
3	$2f > g > f$	$2f < b < \infty$	$\lvert\beta\rvert > 1$	reell, umgekehrt, vergrößert
4	$g = f$	$b \to \infty$		
5	$f > g > 0$	$\lvert b\rvert > 0, \lvert b\rvert > g$	$\beta > 1$	reell, aufrecht, vergrößert

PA: Vor einem sphärischem Hohlspiegel mit R = 10cm steht ein Gegenstand der Größe G im Abstand g = 50cm. Wie groß ist der Abbildungsmaßstab β?

$$\frac{2}{R} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{10} = \frac{1}{50} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{5} - \frac{1}{50} = \frac{9}{50} = \frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad b = \frac{50}{9}$$

$$\beta = -\frac{b}{g} = -\frac{\frac{50}{9}}{50} = -\frac{1}{9}$$

4.4 Parabolspiegel

Erinnerung: Parabolspiegel sind die einzigen Spiegel, die alles parallele Licht (auch vom Rand!) in einem Brennpunkt sammeln.

Anwendungen:

1) Autoverkehr: Scheinwerfer – Parabolreflektoren
2) Satellitenantennen

4.5 Wölbspiegel

Anwendungen:

1) Verkehr: Ein-/Ausfahrten
2) Geschäfte

IMMER!!!!
Bildeigenschaften: virtuell, aufrecht, verkleinert

PA: Ein Gegenstand steht im Abstand von 30cm vor einem Wölbspiegel mit der Krümmungsradius 1,2m. Skizzieren Sie die Leitstrahlen und bestimmen Sie das Bild. Wie groß ist b?
Zusatzfrage: Wie groß wäre b bei einem Hohlspiegel?

Wichtig: Vorzeichenregel!!

$$\frac{2}{-R}=\frac{1}{g}+\frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad -\frac{2}{120}=\frac{1}{30}+\frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad b=-20cm$$

$$\frac{2}{R}=\frac{1}{g}+\frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad \frac{2}{120}=\frac{1}{30}+\frac{1}{b} \quad \Rightarrow \quad b=-60cm$$

4.6 Linsentypen

Experiment: Quader wird mit Licht bestrahlt und bricht dieses zwei Mal (Parallelversetzung)

Bemerkung: GRIN – Linse (Gradienten - Index)

➔ alternativ: gekrümmte brechende Flächen

Definition:
1) sphärische Linsen → 3 Kenngrößen
   = durchsichtige Körper, die durch 2 Kugelflächen begrenzt sind

2) Krümmung nach außen: konvex
   Krümmung nach innen: konkav

Typen von Linsen:
3 Kenngrößen (R_1, R_2, n) > 1 Kenngröße R beim Spiegel

1. Sammellinsen	2. Zerstreuungslinsen
Bi-konvex	Bi-konkav
Plankonvex	Plankonkav
„dicke“ Mitte	„dünne“ Mitte

Definition: dünne Linsen = Dicke << Krümmungsradien

4.7 Brechung an einer einzelnen sphärischen Fläche

4.7.1 Abbildungsgleichung

Wieder: Sinus-Satz & paraxiale Näherung

1)

$$\frac{R}{\sin(\alpha)} = \frac{g}{\sin(\beta)} = \frac{g+R}{\sin(\theta_1)}$$

2)

$$\frac{R}{\sin(\gamma)} = \frac{b-R}{\sin(\theta_2)} = \frac{b}{\sin(\beta)}$$

Auflösen nach $\sin(\beta)$.

1) $\sin(\beta) = \frac{g}{g+R} \cdot \sin(\theta_1)$

2) $\sin(\beta) = \frac{b}{b-R} \cdot \sin(\theta_2)$

Einsetzen ins Brechungsgesetz:

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$$

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_1 \cdot \frac{g+R}{g} \cdot \sin(\beta)$$

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \frac{b-R}{b} \cdot \sin(\beta)$$

$$\Rightarrow \quad n_1 \cdot \frac{g+R}{g} = n_2 \cdot \frac{b-R}{b} \quad \Rightarrow \quad n_1 \cdot \left(1+\frac{R}{g}\right) = n_2 \cdot \left(1-\frac{R}{b}\right)$$

$$\Rightarrow \quad n_2 - n_1 = n_1 \cdot \frac{R}{g} + n_2 \cdot \frac{R}{b} \quad \Rightarrow \quad R \cdot \left(\frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b}\right) \quad \Rightarrow \quad \boxed{\frac{n_2 - n_1}{R} = \frac{n_1}{g} + \frac{n_2}{b}}$$

4.7.2 Vorzeichenregel

1) b > 0, falls Bild auf Transmissionsseite (nicht auf Einfallsseite)
2) R > 0, falls Mittelpunkt auf Transmissionsseite

4.7.3 Abbildungsmaßstab

$$n_1 \cdot \sin(\theta_1) = n_2 \cdot \sin(\theta_2)$$
$$\approx n_1 \cdot \theta_1 \qquad \approx n_2 \cdot \theta_2$$

$$\tan(\theta_1) = \frac{G}{g} \approx \theta_1 \qquad \tan(\theta_2) = \frac{-B}{b} \approx \theta_2$$

Insgesamt:

$$\left.\begin{aligned} n_1 \cdot \theta_1 &= n_1 \cdot \frac{G}{g} \\ n_2 \cdot \theta_2 &= n_2 \cdot \frac{-B}{b} \end{aligned}\right\} \quad \beta = \frac{B}{G} = \frac{\frac{n_1}{g}}{-\frac{n_2}{b}} = \boxed{-\frac{n_1}{n_2} \cdot \frac{b}{g}}$$