

#### 4.3.4 Bilderzeugung durch Hohlspiegel

Tabelle „Fallunterscheidung“:

| Fälle | $g$               | $b$                    | $\beta$       | Bildeigenschaften             |
|-------|-------------------|------------------------|---------------|-------------------------------|
| 1     | $\infty > g > 2f$ | $f < b < 2f$           | $ \beta  < 1$ | reell, umgekehrt, verkleinert |
| 2     | $g = 2f$          | $b = 2f$               | $ \beta  = 1$ | reell, umgekehrt, gleich groß |
| 3     | $2f > g > f$      | $2f < b < \infty$      | $ \beta  > 1$ | reell, umgekehrt, vergrößert  |
| 4     | $g = f$           | $b \rightarrow \infty$ |               |                               |
| 5     | $f > g > 0$       | $ b  > 0,  b  > g$     | $\beta > 1$   | reell, aufrecht, vergrößert   |

PA: Vor einem sphärischem Hohlspiegel mit  $R = 10\text{cm}$  steht ein Gegenstand der Größe  $G$  im Abstand  $g = 50\text{cm}$ . Wie groß ist der Abbildungsmaßstab  $\beta$ ?

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

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

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

#### 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!!

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

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

#### 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  $\sin(\beta)$ .

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

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

Einsetzen ins Brechungsgesetz:

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

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

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

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

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

### 4.7.2 Vorzeichenregel

- 1)  $b > 0$ , falls Bild auf Transmissionsseite (nicht auf Einfallseite)
- 2)  $R > 0$ , falls Mittelpunkt auf Transmissionsseite

#### 4.7.3 Abbildungsmaßstab

$$\begin{aligned}n_1 \cdot \sin(\theta_1) &= n_2 \cdot \sin(\theta_2) \\ &\approx n_1 \cdot \theta_1 \quad \approx n_2 \cdot \theta_2\end{aligned}$$

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

Insgesamt:

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