

für die beiden Indizes  $i \in \{1, 2\}$ , und den Winkeln

$$\alpha_i = \arcsin\left(\frac{h_i}{R}\right), \quad (1.30)$$

sowie

$$\beta_i = \arcsin\left(\frac{\sin(\alpha_i + \epsilon)}{n}\right), \quad (1.31)$$

und

$$\delta_i = \arcsin[n \sin(\alpha_i - \beta_i)]. \quad (1.32)$$

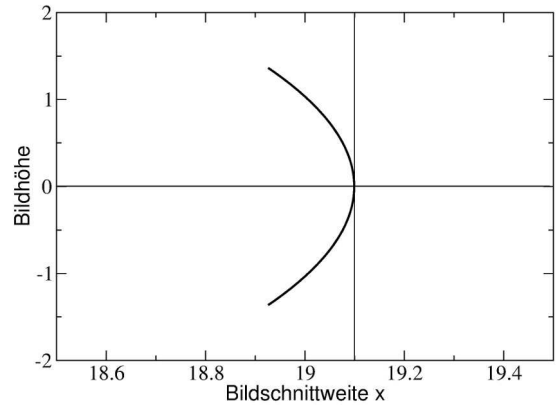
Abbildung 1.12 zeigt eine Linie von Bildpunkten, die sich ergibt, wenn den Einfallswinkel  $\epsilon$  in kleinen Schritten von  $+4^\circ$  nach  $-4^\circ$  variiert wird. Man möge sich vorstellen, dass es sich hier um einen Stern handelt, der langsam von einem Sehfeldrand durch die Mitte des Sehfeldes zum gegenüberliegenden Rand geschwenkt wird. Dabei wurde ein Krümmungsradius von  $R = 10$  angenommen, eine Linsendicke von  $d = 1$ , und die Einfallshöhen der beiden Konstruktionsstrahlen auf  $h_1 = 2$  und  $h_2 = -2$  festgelegt. Die Abbilder des Sterns liegen nicht auf einer Ebene, sondern auf einer Bildschale, auch *Petzvalschale* genannt<sup>18</sup>. Dieses Phänomen wird als *Bildfeldwölbung* bezeichnet, und falls diese Aberration nicht ausreichend korrigiert ist, lassen sich nicht alle Bereiche des Bildes gleichzeitig scharf stellen. Fokussiert man etwa auf einen Stern nahe der Bildfeldmitte, so bleiben die Randsterne unscharf, und bringt man letztere in den Fokus, so wird die Mitte unscharf.

Die Bildfeldwölbung ist dann beseitigt, wenn der Krümmungsradius  $r_p$  der Petzvalschale unendlich groß wird. Letzterer kann über die Petzvalsumme

$$\frac{1}{r_p} = \sum_{i=1}^k \frac{1}{n_i f'_i} \quad (1.33)$$

berechnet werden, die über alle optischen Elemente des Systems mit den Brechzahlen  $n_i$  und den

<sup>18</sup>Nach Josef Maximilian Petzval, 1807-1891



1.12.

**Bildfeldwölbung: Variiert man den Einfallswinkel  $\epsilon$  (Abbildung 1.11) von  $+4^\circ$  nach  $-4^\circ$ , so wandert der Bildpunkt entlang einer Bildschale**

bildseitigen Brennweiten  $f'_i$  läuft. Gelingt es dem Konstrukteur, diese Petzvalsumme zu annullieren, dann liegt das fertige Bild auf einer Ebene. In der Fernglasoptik wird zu diesem Zweck eine so genannte *Bildebnungslinse*, auch *Smyth-Linse* genannt, vor der Feldlinse des Okulars platziert (siehe auch Abbildung 4.5). Es handelt sich hier um eine eigens korrigierte Linse mit negativer Brennweite (*Zerstreuungslinse*), die dazu beiträgt, die Petzvalsumme des Gesamtsystems zu reduzieren.

Bei all diesen Betrachtungen wurde allerdings geschummelt, weil wir die Einfallshöhen  $h_i$  fest vorgegeben haben. In Wirklichkeit variieren diese natürlich über die gesamte Eintrittsöffnung, und dabei überlagert sich die Bildfeldwölbung noch mit der bereits angesprochenen sphärischen Aberration. Doch selbst wenn diese Überlagerung berücksichtigt wird, ist die Beschreibung der Aberrationen ohne eine Diskussion des Astigmatismus und der Koma noch