

3. in der doppelten und 4. außerhalb der doppelten Brennweite. Der Parallelstrahl wird, wie wir schon gehört haben, nach F gebrochen und über diesen Punkt hinaus verlängert. Auf der anderen Seite benutzen wir wieder den ungebrochenen Mittelpunktstrahl. Die jeweiligen Schnittpunkte geben uns den konstruktiven Ort der Bilder. Bei der erstmaligen Besprechung der Gesetze der Konkavlinse fanden wir für diese nur einen Satz, den wir um die vier folgenden ergänzen können:

„Befindet sich ein scheinbares Ding innerhalb der einfachen bildseitigen Brennweite, so erhalten wir ein aufrechtes reelles Bild innerhalb der einfachen bildseitigen Brennweite.“

„Befindet sich ein scheinbares Ding zwischen erster und doppelter bildseitiger Brennweite, so erhalten wir ein umgekehrtes, virtuelles, vergrößertes Bild außerhalb der doppelten dingseitigen Brennweite.“

„Befindet sich ein scheinbarer Gegenstand in der doppelten bildseitigen Brennweite, so erhalten wir ein umgekehrtes, virtuelles, gleichgroßes Bild in der doppelten dingseitigen Brennweite.“

„Befindet sich das scheinbare Ding außerhalb der doppelten bildseitigen Brennweite, so erhalten wir ein umgekehrtes, virtuelles, verkleinertes Bild zwischen erster und doppelter dingseitiger Brennweite.“

Wenn wir unseren Versuch mit der Kerze wieder aufnehmen wollen, so finden wir diese Sätze in der oben besprochenen Anordnung bestätigt. Es ist nur darauf zu achten, daß wir nicht das Reflexbildchen auf der Linse beobachten. Wenn wir den Versuch ausführen, gleichgültig ob mit Konvex- oder Konkavlinse haben wir 3 Bilder, einen Reflex der vorderen Linsenfläche, der oft schärfer ist als das von uns zu beobachtende Bild, einen äußerst lichtschwachen Reflex der hinteren Linsenfläche und das von uns gesuchte Bild. Die Reflexe würden uns bei der Beobachtung täuschen, da für sie die schon bedeutend früher behandelten Reflexionsgesetze maßgebend sind. Das von uns besprochene Bild von den Reflexbildern zu unterscheiden, brauchen wir nur die Linse ein wenig von oben nach unten zu drehen. Wir können dann feststellen, daß die Reflexbilder bedeutend schneller über die Glasebene wandern, als das von uns zu beobachtende Abbild der scheinbaren Dinge. Die Bewegungsrichtung der Bilder zu betrachten und zu erklären, werden wir bei der Behandlung der Skiaskopie unternehmen, da sie im Rahmen dieser Abhandlung zu weit führen würde.

B. Die sphärische Aberration.

Bei den früheren und auch bei der Besprechung der Prismenverordnungen in der letzten Nummer haben wir wiederholt diesen Fehler der Brillenlinsen erwähnt, ohne jedoch näher auf seine Konstruktion einzugehen. Um ein richtiges Resultat zu erlangen, wollen wir heute nicht von der Brechung des Lichtes als solchem ausgehen, sondern wollen uns die Ursachen etwas näher ansehen. Wir haben

festgestellt, daß der Lichtstrahl, wenn er aus ein optisch leichteres Mittel in ein optisch dichteres dringt, von seiner Bahn abgelenkt wird, und zwar dem Lote zu. Bei Kugelflächen haben wir es mit der Zusammensetzung unendlich vieler Ebenen zu tun, die wir finden, wenn wir in den Berührungspunkten Tangenten ziehen. Die Gesetzmäßigkeit bleibt also dieselbe. Ziehen wir aber an zwei sich gegenüberliegenden Punkten die Tangenten, so schneiden diese sich beim Konvexglas außerhalb der Linse, beim Konkavglas aber in der Linse. Für uns ist es aber die Hauptsache, zu sehen, daß beide Tangenten einen bestimmten Winkel einschließen, der im optischen Sinne als Prisma gelten muß. Je weiter die Schnittpunkte nun dem Rande zu liegen, um so größer wird der brechende Winkel. Für die Ablenkung dieses Winkels haben wir die Formel $d = a \times (n-1)$ kennengelernt, welche mit anderen Worten besagt, daß der Ablenkungswinkel gleich dem halben Wert des brechenden Winkels ist. Da wir aber durch einfache Konstruktion feststellen können, daß der brechende Winkel des gedachten Prismas am Rande der Linse bedeutend größer ist als in der Mitte, im optischen Mittelpunkt sind es sogar nur 0° , d. i. die beiden Tangenten verlaufen parallel, so finden wir auch, daß die Ablenkung am Rande eine bedeutend größere sein muß. Der Unterschied des ablenkenden Winkels ist aber so groß, daß die Randstrahlen sich mit den Strahlen, die in der Nähe der optischen Achse eindringen, nicht in einem Punkte schneiden können.

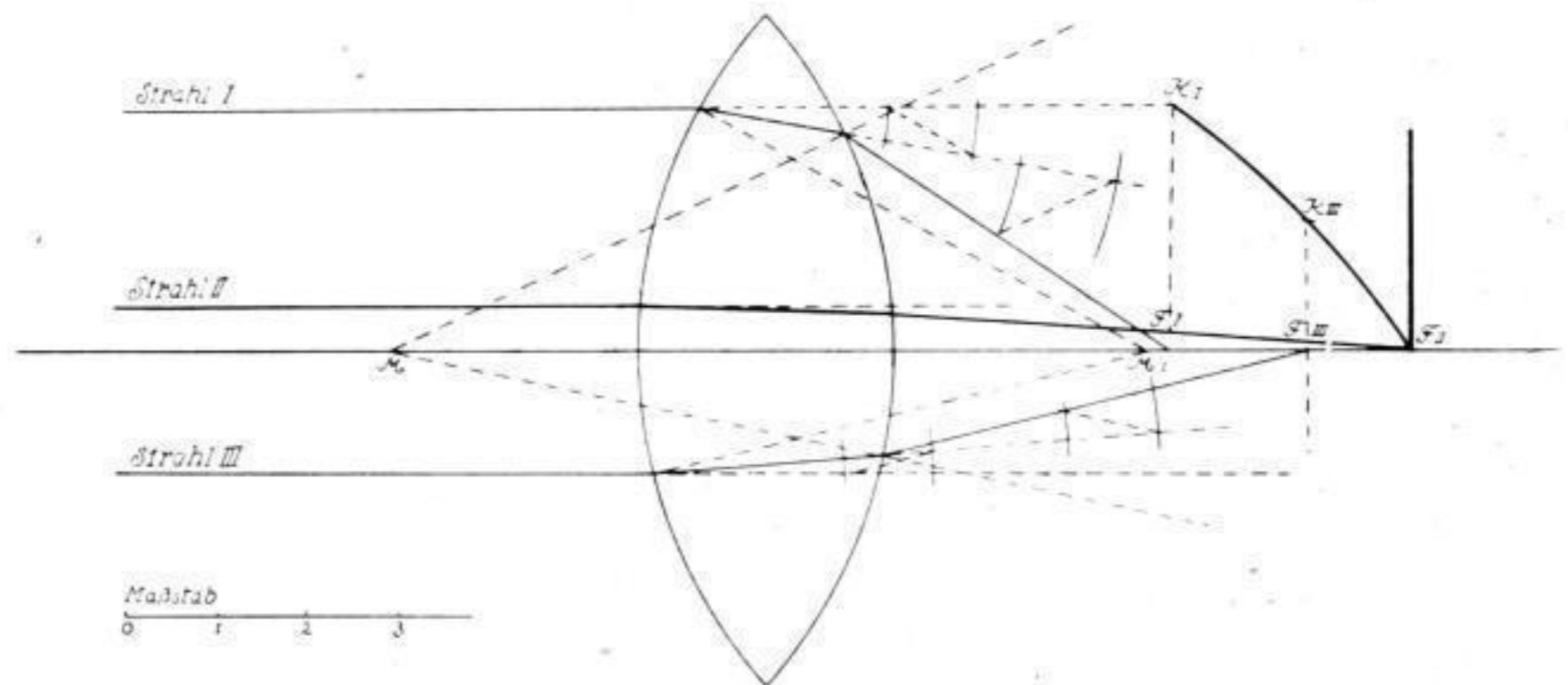


Abb. 3. Die sphärische Aberration.

Wollen wir aber einmal ganz von diesem Umstande absehen und die Konstruktion nach den Grundgesetzen der Lichtbrechung ausführen, so können wir das oben Angeführte doch immerhin als eigentliche Ursache anerkennen. In Figur 3 haben wir außer der optischen Achse, die ungebrochen durch das Glas geht, drei Lichtstrahlen eingezeichnet, die wir auf ihre Brechung untersuchen wollen. Der parallel zur Achse einfallende Strahl 1 trifft die Vorderfläche der Linse und wird hier, da das Glas ein optisch dichteres Mittel darstellt, dem Lote zu gebrochen. Wir wollen eine gewöhnliche Brillenlinse annehmen und erhalten demnach ein Brechungsverhältnis von 2:3. Die Konstruktion einer Brechung ist uns noch aus einer früheren Abhandlung geläufig. Wir ziehen die beiden in diesem Verhältnis stehenden Kreisbogen, und die Parallele mit dem Lot gibt uns, im Schnitt der Strahlenverlängerung mit dem kleineren Bogen, die Richtung des gebrochenen Strahles. Der durch das Glas laufende Strahl trifft nun die hintere Linsenfläche, um wieder in Luft, einem optisch leichteren Mittel einzudringen. Wir verfahren in der Konstruktion wie oben, nur daß die dem Lot Parallele durch den