

Ein experimenteller Beweis
der Bedeutung des Spiegelloches für die skiaskopische
Schattendrehung.

Von
Dr. Alfred Borschke
in Wien.

Die Notwendigkeit bei der Besprechung sämtlicher skiaskopischer Probleme, den Ausgangspunkt vom Spiegelloch und nicht von der Pupille oder dem optischen Mittelpunkte des untersuchenden Auges zu nehmen, ist meines Erachtens durch die in letzter Zeit erschienenen theoretischen Arbeiten über Skiaskopie bereits hinlänglich erwiesen. Das Spiegelloch ist eben bei der allgemein üblichen Methode zu skiaskopieren die optisch wirksame Blende. Eine Versuchsanordnung, bei welcher das Spiegelloch grösser ist als die Untersucherpupille, beeinflusst wesentlich die Genauigkeit der Refraktionsbestimmung, ist daher weder zweckmässig noch gebräuchlich. Auch scheint mir die Untersuchung mit unbelegten Glasplatten oder das Vorbeiblicken am Rande des Spiegels während der Untersuchung nicht üblich zu sein. In allen diesen Fällen übernimmt ganz oder teilweise die Beobachterpupille die Funktion der wirksamen Blende des Auges, welche früher, bei der normalen Methode zu skiaskopieren, das Spiegelloch inne hatte, und die für die normale Methode entwickelten Gesetze gelten auch für diese Fälle mit den entsprechenden Modifikationen, so als ob etwa jetzt das Spiegelloch Form, Grösse und Lage der Beobachterpupille hätte. Freilich muss gleichzeitig die im allgemeinen zu ungunsten der Refraktionsbestimmung stattgefundenen Veränderung des Beleuchtungsfeldes berücksichtigt werden. Aber dies interessiert uns hier weiter nicht, wir sprechen von der normalen Methode zu skiaskopieren, und betonen nochmals die hervorragende Bedeutung des Spiegelloches für sämtliche Probleme der Skiaskopie.

Auch bei der skiaskopischen Schattendrehung kommt der Einfluss des Spiegelloches zur Geltung und darf nicht vernachlässigt werden. Die scheinbare Richtung der Schattengrenze ist abhängig von der Entfernung des Spiegelloches vom untersuchten Auge und unabhängig von der Entfernung des Untersucher Auges oder der Untersucherpupille.

Weinhold äussert in seinem letzten Aufsätze¹⁾ eine andere Meinung, er hält das Hineinziehen des Spiegelloches in die Untersuchung für unnötig, „da eine Erklärung möglichst einfach sein soll“, und für unpraktisch, „da sie nur einen speziellen Fall²⁾ darstellt und für das Skiaskopieren ohne durchlochten Spiegel sich nicht anwenden lässt“.

Dass das Hineinziehen des Spiegelloches in die Untersuchung keine unnötige Komplikation, sondern eine unbedingte Notwendigkeit ist, soll folgendes Experiment beweisen.

Man kombiniere ein sphärisches Konvexglas (ungefähr 10 D) aus dem Brillenkasten mit einem Konvexcylinder (ungefähr 4 D), versehe diese Kombination zur Ablendung der schädlichen Randstrahlen mit einer Blende (ungefähr 1 cm Durchmesser) und betrachte durch diese Kombination mit dem mit einer ganz kleinen Blende (ungefähr $\frac{1}{2}$ —1 mm Durchmesser) armierten Auge eine ungefähr 1 m oder auch weiter entfernte vertikale Schwarzweissgrenze. Die Kombination halte man so, dass die Cylinderachse mit der Schwarzweissgrenze einen spitzen Winkel (ungefähr 45°) bildet und die scheinbare Schwarzweissgrenze in der Blendenöffnung der Kombination eine annähernd horizontale Richtung erhält (Entfernung der Kombination von der kleinen Blende vor dem Auge ungefähr 8 cm). Wenn nun Auge, Kombination und Schwarzweissgrenze diese ihre ursprüngliche Ausgangsstellung ganz unverändert beibehalten und nur die Stellung der kleinen Blende verändert wird, indem man dieselbe in der Richtung der Blicklinie nur um ein wenig der Kombination nähert, wird man in der Blendenöffnung derselben eine deutliche und ausgiebige Drehung der Schwarzweissgrenze wahrnehmen können. Man erhält jedoch nicht die geringste Drehung, wenn die kleine Blende ihren Ort beibehält und dahinter das Auge wenn auch noch so ausgiebige Bewegungen in der Richtung der Blicklinie macht.

¹⁾ v. Graefe's Arch. Bd. LXV, 1. S. 150 und früher Bd. LXII, 2. S. 275.

²⁾ Darunter versteht Weinhold die allgemein übliche Methode zu skiaskopieren.

Es ist leicht zu erkennen, dass die kleine Blende hier dieselbe Rolle spielt wie das Spiegelloch bei der Skiaskopie, und somit ist die hervorragende Bedeutung, die demselben bei der skiaskopischen Schattendrehung zukommt, auch experimentell erwiesen.

Eine Erklärung der skiaskopischen Schattendrehung, welche den Einfluss des Spiegeloches als „unnötige Komplikation“ ausser acht lässt, wie die Weinholdsche, kann daher unmöglich richtig sein und als Ersatz für eine andere angesehen werden, welche diese Verhältnisse entsprechend berücksichtigt, wie die von mir gegebene¹⁾.

Ausserdem hat Weinhold die Verhältnisse noch weiter „vereinfacht“, indem er anstatt der optischen Verhältnisse eines astigmatischen Auges das Sehen durch eine einfache Cylinderlinse bespricht. Das von Weinhold besprochene optische Problem ist zwar sehr einfach, aber nicht dasselbe wie das Problem der Skiaskopie eines astigmatischen Auges. Die von ihm abgeleitete Formel $\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \alpha \frac{CH}{DH}$,

wobei der Bruch $\frac{CH}{DH}$ das Verhältnis der Bildgrösse zur Gegenstandsgrösse (!) bedeutet, gilt zwar für das Sehen durch eine einfache Cylinderlinse, aber nicht für das Skiaskopieren eines astigmatischen Auges. Weinhold hat auch nicht einmal den Versuch gemacht, uns zu zeigen, was für eine Bild- und was für eine Gegenstandsgrösse in diese seine Formel eingesetzt werden müsste, um die scheinbare Schattengrenze in einem gegebenen astigmatischen Auge zu finden. Und diese Formel soll ein Ersatz sein für die von mir abgeleitete $\operatorname{tg} x = \operatorname{tg} \alpha \frac{A_1}{A_2}$, wobei A_1 und A_2 einerseits von der Entfernung des Spiegeloches, andererseits von der Brechkraft je eines Hauptmeridians abhängig ist? Wenn Weinhold wirklich einen Ersatz für meine Formel finden wollte, müsste er unbedingt seine beiden „Vereinfachungen“ wieder streichen, statt der einfachen Cylinderlinse die Kombination zweier achsensenkrechter Konvexcylinder oder, was dasselbe ist, die Kombination eines sphärischen Konvexglases mit einer Cylinderlinse besprechen und die Abhängigkeit des fraglichen Winkels von der Verschiedenheit der Vergrößerung in den beiden Hauptmeridianen, gerechnet vom Spiegelloche²⁾ aus, ab-

¹⁾ Arch. f. Augenheilkunde. Bd. LII. S. 161.

²⁾ In den eingangs erwähnten abnormen Fällen ev. von der Pupille (Hornhautbild) aus, nie aber von der Hornhaut oder dem optischen Mittelpunkt des Auges, immer von der optisch wirksamen Blende.

leiten. Er würde dann eine Formel erhalten, welche mit meiner dem Wesen nach identisch, somit ein vollständiger Ersatz für dieselbe wäre.

In seinem ersten Aufsatz hat Weinhold die Schattendrehung von der „Entfernung zwischen Hornhaut und Umschlagspunkt“ abhängig sein lassen. Dieser Behauptung habe ich den berechtigten Einwand¹⁾ entgegengestellt, dass bei einem astigmatischen Auge zwei Umschlagspunkte vorhanden sind. Denn wenn auch Weinhold in seiner Abhandlung von den Phantomen eines nicht astigmatischen Auges mit nur einem Umschlagspunkte ausgeht, welches er durch Vorsetzen eines Konvex- oder Konkavcyinders astigmatisch macht, kann niemand wissen, welcher von den beiden Umschlagspunkten eines gegebenen astigmatischen Auges dem Umschlagspunkte des Weinholdschen Phantoms entspricht. Man muss sich daher auch darüber im Unklaren bleiben, auf welchen der beiden Umschlagspunkte die Weinholdsche Regel anzuwenden wäre, ganz abgesehen davon, dass uns Weinhold keinen näheren Aufschluss darüber gibt, in welcher Weise der Drehungswinkel von dieser Entfernung abhängig ist.

Diesen meinen Einwand erklärt nun Weinhold als hinfällig und meine Behauptung, dass es in einem astigmatischen Auge zwei Umschlagspunkte gebe, als falsch, „denn es gibt deren so viele als die Hornhaut verschieden stark brechende Meridiane hat, also unendlich viele“. Weinhold denkt dabei offenbar nicht daran, dass dies mit der Tatsache der Schattendrehung in direktem Widerspruch steht. In den Zwischenmeridianen findet eben kein Umschlagen des Schattens statt, d. h. ein direkter Übergang in die entgegengesetzte Richtung, sondern eine Drehung, welche in einem Ausmasse von fast 180 Winkelgraden, je nach den Verhältnissen langsam oder schnell, deutlich oder undeutlich beobachtet werden kann. Wenn Weinhold durch Vorsetzen eines stenopäischen Spaltes die Drehung des Schattens der Beobachtung entzieht, so hat er sie doch nicht aus der Welt geschaffen und durch ein Umschlagen ersetzt, ganz abgesehen davon, dass in den Zwischenmeridianen von einem Umschlagspunkte schon deshalb nicht die Rede sein kann, da bekanntlich die Strahlen eines solchen sich nicht zu einem Brennpunkte vereinigen, sondern sich im Raume überkreuzen. Die Möglichkeit der subjektiven Bestimmung der Richtung der Hauptmeridiane des Astigmatismus mit Strahlen-

¹⁾ v. Graefe's Arch. Bd. LXIII, 2. S. 388.

figuren ist ein weiterer Beweis für die Unhaltbarkeit der Weinhold'schen Ansicht.

Wenn sich jedoch Weinhold damit begnügt, gezeigt zu haben, dass die von ihm geschilderten Erscheinungen beim Sehen durch Cylinderlinsen einige Ähnlichkeit mit der skiaskopischen Schattendrehung zeigen, sich jedoch in der von ihm gebrachten Form nicht direkt auf ein astigmatisches skiaskopisches Auge übertragen lassen, so ist gegen seine beiden Arbeiten über dieses Thema weiter nichts einzuwenden.
