

suchen über strahlende Wärme erfüllt seyn müssen, wenn sichere Schlüsse über die qualitative Verschiedenheit der Wärmestralen daraus gezogen werden sollen, und dafs Behauptungen, welche auf früheren Beobachtungen insonderheit an rauhen Körpern beruhen, jetzt nicht vollen Glauben verdienen, wenn nicht ausdrücklich bemerkt ist, dafs nur parallele Strahlen zu den Beobachtungen dienten.

### VIII. Bemerkungen über die Form des Horopters; von H. Helmholtz.

In einer Anmerkung zu Band CXXII, Seite 477 dieser Annalen ergreift Hr. E. Hering die Gelegenheit eine von ihm im vierten Hefte seiner Beiträge zur Physiologie aufgestellte Behauptung zu wiederholen, dafs ich nämlich irrthümlicher Weise der allgemeinen Horoptercurve zwei Zweige zugeschrieben hätte, während sie nur einen habe.

Der Sachverhalt ist, wie ich hiergegen bemerken mufs, folgender: Die Horopterlinie wird im Allgemeinen gebildet durch gewisse Theile einer Schnittlinie gewisser Flächen zweiten Grades. Ich selbst habe sie als die Schnittlinie zweier Hyperboloïde von einer Mantelfläche dargestellt <sup>1)</sup>. Außer dieser Darstellung hat Hr. Hering auch noch die durch einen Kegel gegeben, der einen Cylinder schneidet, in dessen Oberfläche seine Spitze liegt. Man kann bekanntlich eine solche Schnittlinie zweier Flächen zweiten Grades sehr mannigfaltig darstellen, da sich unendlich viele Flächen zweiten Grades durch dieselbe Schnittlinie legen lassen.

Die genannte Schnittlinie besteht nun in diesem Falle aus zwei getrennten Theilen, nämlich 1) einer geraden Linie, 2) einer zusammenhängenden Curve doppelter Krümmung.

1) Archiv für Ophthalmologie Bd. X, Abth. I.

Die gerade Linie ist bei der von mir an der genannten Stelle eingeschlagenen Behandlung des Problems die Schnittlinie der beiden Ebenen, welche in den Knotenpunkten beider Augen senkrecht zu den Gesichtslinien errichtet sind. Hr. Hering hat nun bemerkt, daß diese gerade Linie nicht Horopter ist, obgleich sie bei der analytischen Behandlung des Problems den gefundenen Gleichungen der Horopterlinie genügt, aber er hat nicht bemerkt, daß auch ein Theil der Curve nicht Horopter ist.

Diese Curve geht nämlich durch die Knotenpunkte beider Augen, und läuft mit ihren beiden Enden nach entgegengesetzten Richtungen in das Unendliche aus. Diejenigen Stücke der Curve nun, welche zwischen Unendlich und je einem Knotenpunkte liegen, bilden den Horopter; das zwischen den Knotenpunkten liegende Stück der Curve ist aber nicht Horopter. Wenn also auch die krumme Schnittlinie der Hyperboloide eine Curve von einem Zweige ist, so hat doch die Horopterlinie zwei vollständig von einander getrennte Zweige.

Wenn der Fixationspunkt in der Primärebene der Visirebene oder in der Medianebene des Kopfes liegt, stoßen die beiden Zweige der Horopterlinie in einem Punkte zusammen, und verwandeln sich in zwei sich schneidende ebene Curven, nämlich in eine gerade Linie und einen ebenen Kegelschnitt, der in dem ersten der eben genannten Fälle ein Kreis, der von J. Müller schon gefundene Horopterkreis ist, dieser Kreis geht bekanntlich durch den Fixationspunkt und die Knotenpunkte beider Augen.

Es ist aber evident, daß von diesem Müller'schen Horopterkreise derjenige Bogen, welcher zwischen den Knotenpunkten beider Augen liegt, und nicht durch den Fixationspunkt geht, ebenfalls nicht Horopter ist. Denn abgesehen davon, daß bei der gewöhnlichen Gesichtsbildung gar kein Theil dieses Bogens, der durch die Nasenwurzel hindurchgeht, von beiden Augen gleichzeitig gesehen werden kann, würden auch selbst bei so platter Nase und so hervorragenden Augen, welche dies möglich machten, die

Punkte dieses Bogens sich auf den beiden äußeren, also *nicht identischen* Seiten beider Netzhäute abbilden. Und auch bei gewöhnlicher Gesichtsbildung erkennt man ja leicht, daß Objecte, die diesem Bogen nahe liegen, wie zum Beispiel unser Nase Rücken selbst, beiden Augen an gerade entgegengesetzten Seiten des Gesichtsfeldes erscheinen.

Was nun in dem speciellen Falle von dem genannten Bogen des Müller'schen Kreises gilt, gilt in dem allgemeineren Falle, wie leicht ersichtlich, gerade ebenso von demjenigen Stücke der Curve, welches zwischen den beiden Knotenpunkten liegt. In diesem Stücke der Curve schneiden sich zwar auch identische Richtungslinien, aber es ist das nach hinten über die Netzhaut hinaus verlängerte Stück der einen, welches das vordere Stück der entsprechenden Richtungslinie im andern Auge schneidet, während ein reelles Object, was einfach gesehen werden soll, im Schnittpunkte der vor dem Auge gelegenen Theile identischer Richtungslinien sich befinden muß.

Ich will nun deshalb, weil Hr. Hering diesen Punkt übersehen hat, ihm nicht nachsagen, wie er es mir im entsprechenden Falle gethan hat, daß das Allgemeinergebnis seiner Rechnung über den Horopter unrichtig sey. Im Gegentheile kann ich seine Behandlung des Problems meinen Lesern nur als sehr elegant, übersichtlich und vollständig anempfehlen; freilich ist die Asymmetrie der beiden Netzhäute, welche einen sehr wichtigen Einfluß auf die Gestaltung des Horopters hat, nur sehr nebenbei berücksichtigt worden.

Auch muß ich einräumen, daß in der ersten vorläufigen Notiz, die ich in den Verhandlungen des hiesigen naturwissenschaftlichen Vereins <sup>1)</sup> über meine Untersuchungen, den Horopter betreffend, gegeben habe, derselbe gegeben ist durch eine Gleichung vierten und eine zweiten Grades. Ich hatte damals noch nicht bemerkt, daß zwei Gleichungen nur zweiten Grades genügend seyen. In der schließ-

1) Sitzung vom 24. October 1862, abgedruckt in den Heidelberger Jahrbüchern.

lichen ausführlichen Redaction meiner Untersuchungen habe ich diese vereinfachte Darstellung noch vor Hrn. Hering's entsprechenden Untersuchungen gegeben und veröffentlicht.

Was die vielen andern Ausstellungen betrifft, die Hr. Hering an meinen Arbeiten über Augenbewegungen und Horopter zu machen findet, so behalte ich mir vor, diejenigen, wo sachliche Erläuterungen oder die Beseitigung von Mißverständnissen nöthig erscheinen, in meinem nun bald vollendeten Handbuche der Optik zu berücksichtigen.

Nur einen Punkt noch muß ich gleich erörtern. Ich habe in meinem Aufsätze über die Augenbewegungen<sup>1)</sup> gesagt, Hr. Hering habe «die richtige Behauptung aufgestellt, daß der Horopter immer linienförmig sey.» In diesen Worten findet Hr. Hering die Insinuation, er habe es zwar behauptet, aber nicht erwiesen, und vertheidigt sich dagegen. Ich bedaure sehr, daß meine in ganz unverfänglicher und wohlmeinender Absicht geschriebenen Worte eine solche Deutung erleiden konnten, und erkläre daher hier ausdrücklich, daß auch meiner Meinung nach Hr. Hering im dritten Hefte seiner Beiträge einen vollkommen genügenden Beweis für diesen von ihm selbstständig und unabhängig von meiner gleichzeitigen Arbeit gefundenen Satz gegeben habe.

1) Archiv für Ophthalmologie IX, 2. S. 159.