Wirkung des Apparats verlangt, so ist diese der Art, daß der Gebrauch des Instrumentes sich nicht nur auf die Untersuchung der Herztöne wird beschränken dürfen. Schwerhörigen und doch musikalischen Personen wird es z. B. sehr angenehm seyn, die Töne des Claviers sehr verstärkt zum Ohre zu bringen. Wenn man die aufgeblasene Linse an den Resonanzboden drückt, während die Kautschuckröhre im Ohre befestigt ist, so hört man die Töne mit mächtiger Gewalt ins Ohr schlagen. — Auch wenn man unmittelbar gegen die Membrane sprechen läßt, kommen die Worte stärker ins Ohr als bei den gewöhnlichen Hörrohren. — Um diese letzte Wirkung hervorzubringen hat man übrigens statt der Linse nur eine einfache Membrane nöthig.
Paris, Mai 1864.

XII. *Zur Kritik der Wundt'schen Theorie des binocularen Sehens;* *von Dr. Ewald Hering.*

Im 120. Bande dieser Annalen (S. 171 bis 176) hat Hr. Wundt eine Erwiderung auf meine Kritik seiner Theorie des Binocularsehens gegeben, die mehrfacher Berichtigung bedarf:

Hr. Wundt hatte seine Theorie vorzugsweise auf die Behauptung gestützt, man könne binoculare *identisch* gelegene Nachbilder nach Belieben doppelt sehen, und *erheblich different* gelegene zur Verschmelzung bringen, wenn man nur die passende Stellung der Augen und der »Projectionsebene« zu wählen wisse. Da dieses Doppelt- und Einfachsehen aber bekanntlich nicht möglich ist, so hatte ich Hrn. Wundt darauf aufmerksam gemacht, daß er sich getäuscht habe. Hierüber wäre nun, da Jeder sich leicht

selbst davon überzeugen kann, sofern er es nicht schon weiß, nichts weiter zu sagen, wenn nicht Hr. Wundt neuerdings behauptet hätte, *„dafs verschiedene in optischen Versuchen sehr geübte Beobachter ausnahmslos ein mit dem seinigen übereinstimmendes Resultat erhalten hätten“*. Gegenüber dieser Behauptung, durch welche beiläufig gesagt die betreffenden Herren nicht wenig compromittirt sind, sey erwähnt, dafs neuerdings auch Hr. Volkmann (Physiol. Unters. im Gebiete der Optik) die Behauptungen des Hrn. Wundt in der gründlichsten und ausführlichsten Weise widerlegt hat, und dafs Hr. Helmholtz denselben ebenfalls in sofern ein Dementi gegeben, als er sich (Archiv f. Ophthalmologie IX, II) als Anhänger der Identitätslehre dokumentirt hat, was er in keiner Weise gekonnt hätte, wenn er die Beobachtungen des Hrn. Wundt nicht für Täuschungen gehalten hätte.

Hr. Wundt glaubte den Horopter berechnet zu haben, und ich hatte ihn darauf hingewiesen, dafs dies nicht der Fall sey. In Hinblick auf eine, seitdem von Hrn. Helmholtz gegebene analytische Horopterberechnung ¹⁾ hat nun Hr. Wundt zugegeben, dafs er sich verrechnet habe. Es hatte aber weiter hin Hr. Wundt Beobachtungen angegeben, die seinen falschen Horopter empirisch bestätigen sollten und allerdings vortrefflich zu der falschen Rechnung gestimmt hätten, wenn sie richtig gewesen wären, die aber zu dem richtigen Horopter nicht stimmen ²⁾ und auch in der That nur auf Mangel an Exactheit beruhen. Es überrascht nun nicht wenig, dafs Hr. Wundt zwar seinen Horopter aufgibt, nicht aber die Beobachtungen, die ihn bestätigen sollten, und dafs er sich damit beruhigt, *„dafs wohl die Zukunft lehren werde, wie seine Beobachtungen aus*

1) Dafs auch diese Rechnung ein unrichtiges Allgemeinergebnifs geliefert hat, habe ich im vierten Hefte meiner Beiträge zur Physiologie bewiesen. Die allgemeine Horoptercurve hat *nicht zwei*, sondern nur *einen* Zweig und sie ist vom *dritten Grade*.

2) Wohl zu bemerken selbst dann nicht, wenn man erhebliche individuelle Abweichungen von dem der Horopterberechnung zu Grunde gelegten Schema annimmt.

der mathematischen Horoptertheorie abgeleitet werden können. Was auch die Zukunft lehren möge, ihre Bestimmung haben diese Beobachtungen nun jedenfalls verfehlt.

Die wiederholte Behauptung des Hrn. Wundt, daß man zwar mit identischen Stellen bald einfach bald doppelt sehe, daß man aber gleichwohl daraus, ob ein Aufsenpunkt einfach oder doppelt erscheine, schliessen könne, ob er sich auf identischen Stellen abbilde, d. h. im Horopter liege, oder nicht: diese Behauptung richtet sich selbst. Meine Erwartung, daß man auf solche Widersprüche nur hinzuweisen brauche, um sie für immer unmöglich zu machen, hat sich nicht erfüllt.

Wenn Hr. Wundt sagt, es handle sich beim Stereoscopiren offenbar nicht um ein beliebiges Vernachlässigen nahe zusammenliegender Doppelbilder, sondern um eine gesetzmäßige Verschmelzung derselben zu einer einheitlichen Vorstellung, so ist dieß ebenso richtig, als es schon oft gesagt worden ist. Ich habe *nie* die Ansicht ausgesprochen, daß es nicht so sey. Ebenso richtig und oft wiederholt ist die Bemerkung, daß das Einfachsehen mit nicht genau identischen Stellen eher gegen, als für die Identität zu sprechen scheint. Dem habe ich *nie* widersprochen, aber ich habe gesagt, der Umstand, daß die stereoskopische Verschmelzung nicht identisch liegender Bilder nur möglich ist, wenn die Differenz ihrer Lage eine gewisse enge Gränze nicht überschreitet, spreche *für*, nicht *gegen* die Identität. Oder hat Hr. Wundt auch nur versucht, dieß aus seiner Projectionstheorie zu erklären? Lassen sich einmal die Projectionslinien der differentesten Stellen zur Durchschneidung bringen, so sieht man aus der Projectionstheorie nicht ein, warum nicht auch die entsprechenden Bilder einfach erscheinen. Und doch thun sie es bekanntlich nicht.

Das Folgende sage ich nur ungern, weil es eigentlich ganz wo anders hingehört, als in eine Zeitschrift für Physik. Es ist nur für Hrn. Wundt und diejenigen bestimmt, welche seine Erwiderung gelesen und ihm dennoch geglaubt haben sollten.

Ich hatte beiläufig eine von Hrn. Wundt gegebene falsche Formel dahin corrigirt, dafs dieselbe nach der Correctur folgendermassen lautete

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s(\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n)}{2g}$$

Da, wie Hr. Wundt angiebt, in seiner Abhandlung durch einen Schreib- oder Druckfehler die Winkel m und n auf die *Verticale* statt auf die *Horizontale* bezogen worden sind, so mufs man in obiger Gleichung statt der Tangenten die Cotangenten setzen, und die Formel lautet demnach

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s(\operatorname{cotg} m + \operatorname{cotg} n)}{2g}$$

Hr. Wundt gesteht nun zu, seine Formel sey falsch gewesen, erklärt aber meine Formel ebenfalls und zwar für „ganz unbedingt falsch, mögen nun die Winkel m und n sich auf die *Verticale* oder die *Horizontale* beziehen“. Die richtige Formel aber heifse:

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s(\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n)}{2g \operatorname{tg} m \operatorname{tg} n},$$

welche Gleichung, wie man sieht, mit der meinigen identisch ist; denn vereinfacht lautet sie

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s(\operatorname{cotg} m + \operatorname{cotg} n)}{2g}.$$

Da aber Hrn. Wundt nicht bekannt gewesen zu seyn scheint, dafs $\frac{1}{\operatorname{tg} x} = \operatorname{cotg} x$ und somit auch

$$\frac{\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n}{\operatorname{tg} m \operatorname{tg} n} = \operatorname{cotg} m + \operatorname{cotg} n,$$

so ist ihm auch die Identität der beiden Gleichungen ein Geheimniß geblieben; er erkennt seine Gleichung in der vereinfachten Gestalt nicht wieder und erklärt sie auf derselben Seite erst für definitiv richtig und dann für ganz unbedingt falsch. Bei mäßiger Vertrautheit mit den Elementen der Trigonometrie hätte sich dies also vermeiden lassen.

Nach dieser Erörterung darf ich wohl voraussetzen, dafs Hr. Wundt nunmehr aufrichtig mein Bedauern über die

Bemerkung theilen wird, die er an seine vermeintliche Entdeckung eines von mir begangenen Rechnungsfehlers geknüpft hat.

Hr. Wundt hat auch auseinandergesetzt, wie er früher zu seiner falschen und jetzt zu seiner richtigen Formel gelangt sey. Die falsche Formel sey entstanden aus folgender Gleichung:

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s l (\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n)}{2 g \operatorname{tg} m \operatorname{tg} n - l (\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n)}$$

Der Fehler sey nun der gewesen, dafs er $l = 1$ gesetzt habe, während » l jedenfalls eine im Vergleich zu s verschwindende Gröfse sey«. Berücksichtige man dies, so gehe obige Gleichung in folgende (d. i. nämlich die richtige) über:

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{s (\operatorname{tg} m + \operatorname{tg} n)}{2 g \operatorname{tg} m \operatorname{tg} n}.$$

Also im Nenner des Bruches setzt Hr. Wundt $l = 0$, und somit fällt das zweite Glied des Nenners weg, im Zähler aber wird l einfach weggelassen; denn, denkt Hr. Wundt wenn l Nichts bedeutet, so genügt es, l wegzustreichen. Statt also die interessante Gleichung $\operatorname{tg} \pi = 0$ zu erhalten, findet Hr. Wundt — die richtige Gleichung.

Indefs scheint Hr. Wundt selbst gefühlt zu haben, dafs diese Art, richtige Formeln mit Hülfe grober Rechnungsfehler zu ermöglichen, nicht die eleganteste und präciseste ist, denn er sagt weiter: »Ich hatte die Formel trigonometrisch abgeleitet. Die Ableitung läfst sich aber eleganter und präziser auf analytisch-geometrischem Wege geben«.

Ob, wie dies meine persönliche Ueberzeugung ist, Hrn. Wundt's Beobachtungen ebenso unzuverlässig sind, wie seine Rechnungen, mufs der geehrte Leser selbst nachsehen: ich kann mich nur auf meine Beobachtungen berufen, wie Hr. Wundt auf die seinigen ¹).

1) In einer Anmerkung sagt Hr. Wundt: »Was Hr. Hering über die Unmöglichkeit sagt, dafs ein Winkel durch Projection vom monocularen auf das binoculare Sehfeld verschwinde, ist irrig«. Man erinnere sich, dafs Hr. Wundt binoculares Sehfeld die im Fixationspunkte zur

Halbirungslinie des Convergenzwinkels der Gesichtslinien senkrecht stehende Ebene, monoculares Sehfeld aber die im Fixationspunkte auf einer Gesichtslinie senkrecht stehende Ebene nennt. Nun meint Hr. Wundt, es könne vorkommen, daß eine z. B. auf dem monocularen Sehfeld des linken Auges gelegene, durch den Fixationspunkt gehende und zur Durchschnittslinie des monocularen und binocularen Sehfeldes geneigte Linie aus einem Punkte der linken Gesichtslinie (Knotenpunkt) so auf das binoculare Sehfeld projectirt werden könne, daß die Projection der Linie auf diesem Sehfelde keinen Winkel mit der Durchschnittslinie der beiden Sehfelder einschließt, d. h. also mit dieser Linie zusammenfällt. Er verweist mich auf Hrn. Meißner, »welcher diese Projectionen richtig ausgeführt habe.« Soll ich erst sagen, daß diese Verweisung bei einem offenbaren geometrischen Fehler nicht am Platze ist? Hr. Meißner hat überdies etwas ganz anderes berechnet. Er nahm im monocularen Sehfelde die Linie als die relativ Senkrechte, welche rechtwinklich ist zum Durchschnitt des Sehfeldes mit der absoluten Horizontalebene, gleichviel welche Neigung das monoculare Sehfeld zum Horizonte hatte; Hr. Wundt aber nimmt als relativ Senkrechte die Linie, welche im Fixationspunkte senkrecht steht auf der durch Fixationspunkt und beide Knotenpunkte gelegten Ebene, und so mußte er es auch machen, wenn er die Neigungen der verticalen Trennungslinie zur Visirebene bei den Nachbildversuchen direct finden wollte. Daß Hr. Wundt diese Auffassung, die er ohne Zweifel gehabt hat, wie ich ihm leicht aus seinen Abhandlungen nachweisen kann, weiterhin mit der Auffassung des Hrn. Meißner vermengte, erklärt vielleicht die widersprechenden Angaben, die er über die Lage der verticalen Trennungslinien bei verschiedenen Augenstellungen macht, wie ich dies in meiner Kritik hervorgehoben habe.