

Sobald das Licht intensiver wird, verstärkt sich die Kraft des N. oculomotorius und die Pupille wird enger. In der Dämmerung und Dunkelheit schwindet der Reiz und der N. sympathicus, der den indifferenten Zustand repräsentirt, herrscht vor. Die Pupille wird weiter. Unmittelbar nach dem Tode verlieren zuerst der N. opticus und oculomotorius ihre Reizbarkeit, während der Sympathicus noch reizbar bleibt. Daher erweitert sich die Pupille gleich nach dem Tode.

Der N. trigeminus ist der Gefühlsnerve, er ist der Wächter im Auge und mahnt zur Abwehr, wo der Reiz zu stark wird. — Auch er bewirkt lang anhaltende Verengung, wenn er gereizt wird.

A. Eine Verengung der Pupille kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- 1) durch den N. oculomotorius, wenn derselbe gereizt wird, so
 - a. bei intensivem Lichte,
 - b. während des Schlafes,
 - c. beim willkürlichen, vielleicht auch krankhaften Drehen des Auges nach innen;
- 2) durch den N. sympathicus, wenn derselbe in seinem ganzen oben angegebenen Verlaufe durchschnitten oder stark gedrückt ist;
- 2a) durch Zerstörung des Rückenmarks in der Gegend des untern Hals- und obern Brustmarks. Es ist dies daher bei Tabes dorsualis möglich, wie auch schon beobachtet, vgl. Romberg, Nervenkh. I. p. 797;
- 3) durch den N. trigeminus. Jedoch ist noch nicht constatirt, ob auch bei Menschen diese Veranlassung vorkommt.

B. Eine Erweiterung der Pupille kann entstehen:

- 1) durch Reizung des N. sympathicus und des Rückenmarks an der angegebenen Stelle;
- 2) wenn der N. oculomotorius seine Reizungsfähigkeit verloren hat, sei es
 - a. durch Unempfindlichkeit der Retina und des N. opticus,
 - b. durch Zerstörung des untern Theiles des vordern C. quadrigemina,
 - c. durch Druck oder Zerstörung des N. oculomotorius selbst. (Ueber die Erweiterung der Pupille durch Belladonna habe ich bis jetzt meine Untersuchungen noch nicht ausgedehnt.)

C. Der Schmerz in der Iris hängt jedesmal von Affectionen des N. trigeminus ab.

XL.

Ueber eine neue einfachste Form des Augenspiegels.

Von

PROF. H. HELMHOLTZ
in Königsberg.

(Mit einer Tafel Abbildungen.)

Die günstige Aufnahme, welche der von mir im vorigen Jahre erfundene und beschriebene Augenspiegel erfahren hat, veranlasst mich noch einmal auf diesen Gegenstand zurückzukommen. Ein bedeutender Fortschritt für die Erweiterung des Kreises von Beobachtungen, welche sich durch solche Instrumente ausführen lassen, ist durch Prof. Ruete geschehen in seiner lehrreichen Schrift: „Der Augenspiegel und das Optometer. Göttingen 1852.“

Der Zweck der vorliegenden Abhandlung ist, sowohl die Leistungen von Ruete's Instrument im Vergleich mit denen des meinigen zu besprechen, als auch namentlich auf eine ganz ausserordentliche Vereinfachung desselben aufmerksam zu machen, welche diesem intelligenten Beobachter entgangen zu sein scheint, da er sie unter den Formen von Augenspiegeln, welche er vorschlägt, nicht erwähnt. Diese Vereinfachung in der praktischen Ausführung desselben Princip, welches Ruete's Augenspiegel zu Grunde liegt, geht in Bezug auf das instrumentale Zubehör so weit, dass es unmöglich ist, sie zu übertreffen. Statt eines jeden Augenspiegels ist nämlich nichts mehr nöthig, als eine kleine Convexlinse, wie sie zu den gewöhnlichen

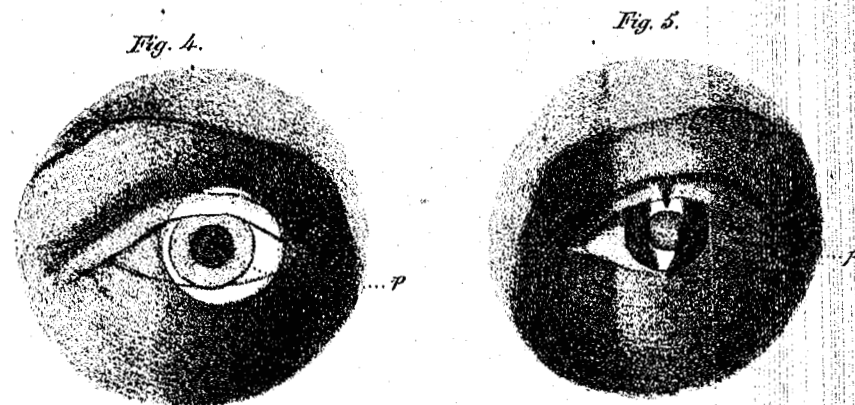
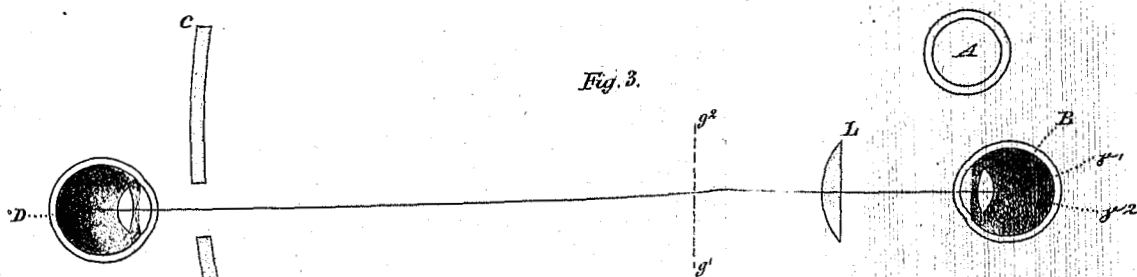
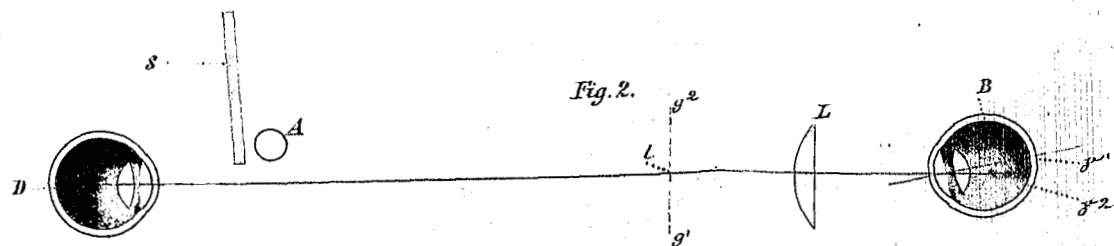
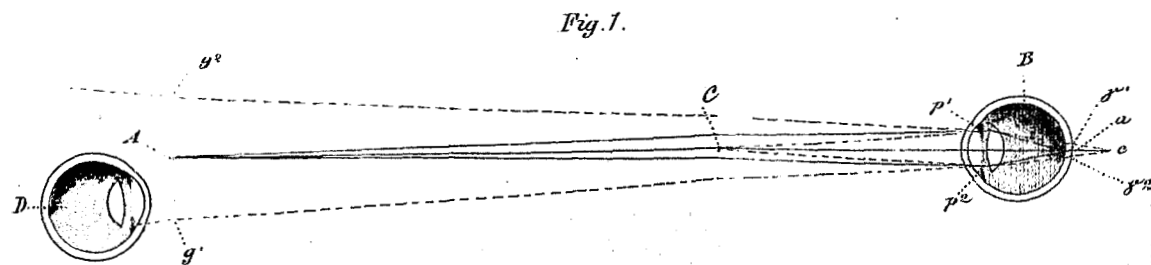
Loupen gebraucht wird. Ihr Gebrauch erfordert etwas mehr Geschicklichkeit und Uebung von Seiten des Beobachters, als der des zusammengesetzten Instruments von Ruete, aber ich glaube nicht, dass sie in ihren Leistungen wesentlich hinter diesem zurückbleibt. Ich halte es deshalb nicht für überflüssig, Theorie und practische Anwendung dieser Linse zu erörtern und werde nachher die Leistungen der vereinfachten und ursprünglichen Methode von Ruete mit denen meines Augenspiegels vergleichen.

Um das Verhältniss beider Instrumente zu einander klar zu machen, muss ich auf die Theorie des Augenleuchtens eingehen und rufe zunächst folgende Sätze zurück, welche ich in meiner „Beschreibung eines Augenspiegels“ nachgewiesen habe. Wenn das Auge einen leuchtenden Körper deutlich sieht, d. h. wenn es alle Strahlen, welche von einem jeden leuchtenden Punkte desselben ausgehen, auch für einen einzigen Punkt der Netzhaut concentrirt, so geht alles Licht, welches hier zurückgeworfen wird und aus der Pupille wieder austritt, auf denselben Wegen, auf denen es gekommen ist, nach dem leuchtenden Körper zurück. Es sei in Fig. 1. A ein leuchtender Punkt, B der Durchschnitt eines Auges, welches für die Entfernung A B adaptirt sei und ein genaues Bild von A auf seiner Netzhaut in a entwerfe. Dann vereinigen sich alle Strahlen des einfallenden Strahlenkegels A $p_1 p_2$ innerhalb des Auges im Punkte a. Die Theile des einfallenden Lichtes, welche hier von der Netzhaut und ihren Gefässen zurückgeworfen werden, gehen zunächst nach der Pupille und indem sie immer genau den Richtungen der einfallenden Strahlen folgend auch genau dieselben Brechungen erleiden, zuletzt zu dem leuchtenden Punkte A zurück. Während daher die Augenmedien von dem leuchtenden Punkte A ein Bild in a entwerfen, müssen sie auch umgekehrt von dem erhellen Punkte der Retina a ein äusseres Bild in A entwerfen. Unter diesen Umständen kann ein zweites Auge D, welches neben dem leuchtenden Punkte A vorbei nach B hinblickt, von dem rückkehrenden Lichte nichts auffangen und es muss ihm die Pupille von B dunkel erscheinen. Anders verhält es sich, wenn das Auge B für die Entfernung des leuchtenden Punktes nicht richtig adaptirt ist. Seine Sehweite bleibe wie vorher gleich der Entfernung A B und der leuchtende Punkt rücke von A nach C. Jetzt werden die Augenmedien nicht mehr auf der

Retina in a ein Bild von C entwerfen können, sondern der Ort des Bildes wird hinter die Retina, etwa nach c fallen. Der Gang der Lichtstrahlen für diesen Fall ist in der Fig. 1 durch gestrichelte Linien bezeichnet. Man sieht, dass sie die Retina nicht mehr in einem Punkte, sondern in einem Zerstreungskreise von dem Durchmesser $\gamma_1 \gamma_2$ treffen. Wo wird jetzt das Bild der erleuchteten Theile der Netzhaut liegen? Natürlich, da die Adaptation des Auges unverändert geblieben sein soll, an derselben Stelle, wo es im ersten Falle lag, nämlich an der Stelle von A. Nur wird jetzt hier nicht mehr das Bild eines einzelnen hellen Punktes der Netzhaut, sondern das eines hellen Kreises entworfen, welches also selbst nicht mehr als Punkt, sondern als Kreis von dem Durchmesser $g_1 g_2$ erscheint. In der Figur ist g_1 der Bildpunkt von γ_1 und g_2 der Bildpunkt von γ_2 . Das Licht, welches von der Netzhaut zurückgeworfen wird, geht also nicht, wie im vorigen Falle, nach dem leuchtenden Punkte zurück, um sich in diesem wieder zu vereinigen, sondern verbreitet sich jetzt in dem kegelförmigen Raume $g_1 g_2 p_1 p_2$, und es wird ein Theil desselben von dem Auge D aufgefangen werden können. Die Pupille des Auges B, aus der dieses Licht herkommt, erscheint dem Beobachter alsdann leuchtend, während er die erhellen Theile der Netzhaut selbst nicht unterscheiden kann. Denn das optische Bild $g_2 g_1$, welches die brechenden Medien des Auges B von ihrer Netzhaut entwerfen, liegt in der Regel nicht in den Grenzen des deutlichen Sehens für D. Auf diesen Umständen beruht die Methode von Brücke, das Augenleuchten zu beobachten. Um es ungehinderter sehen zu können, schiebt man noch einen Schirm zwischen D und C ein, welcher das direct von C kommende Licht vom Beobachter abhält. Das Leuchten ist desto stärker, je weniger die Adaptation des beobachteten Auges für die Entfernung des leuchtenden Punktes passt. Auf den von der Sehaxe entfernteren Theilen der Netzhaut scheint niemals ein genaues Bild entworfen zu werden, so dass man das Leuchten auch dann stets beobachtet, wenn das beobachtete Auge nicht direkt nach der Flamme hinsieht. Geschieht dies aber und ist das Auge für die Entfernung der Flamme richtig adaptirt, so verschwindet das Leuchten. Unabhängig vom Stande der Adaptation kann man aber auch bei der Entwerfung genauer Bilder das Augenleuchten mittelst des Hilfsmittels, welches v. Erlach gefunden hat, sehen, indem man zur Beleuchtung

nicht eine wirkliche Flamme, sondern das von einer durchsichtigen Glasplatte entworfene Spiegelbild einer solchen anwendet. Dann kann der Beobachter durch die Glasplatte genau in der Richtung des einfallenden Lichts in das beobachtete Auge sehen und das aus diesem zurückkehrende Licht in sein Auge auffangen. Meinen Augenspiegel habe ich auf diese Erlach'sche Methode der Beleuchtung gegründet, während dem von Ruete die Brücke'sche zu Grunde liegt, denn Ruete sieht durch die Oeffnung eines in der Mitte durchbohrten Hohlspiegels nach dem beobachteten Auge hin und wenn auch die ganze Spiegelfläche Licht dahin sendet, so fällt doch gerade von der Stelle, wo das Auge des Beobachters steht und in der Richtung, wo dieses hineinsieht, kein Licht hinein. Es ist also derselbe Fall, als wenn der Beobachter neben dem leuchtenden Körper vorbeisieht.

Das Augenleuchten nach Brücke's Methode ist um so stärker, je weniger die Adaptation des beobachteten Auges für die Entfernung des leuchtenden Körpers passt. Die Veränderungen im brechenden Apparat des Auges, welche den grössten willkürlich auszuführenden Schwankungen der Sehweite entsprechen, sind aber nicht sehr bedeutend, die Zerstreungskreise, welche bei unpassender Adaptation entstehen, daher von geringer Grösse und das Brücke'sche Leuchten schwach. Aber man kann die Sehweite des beobachteten Auges künstlich in sehr beträchtlichem Grade verändern, wenn man ihm ein scharfes Convex- oder Concavglas vorsetzt. Ebenso wie man ein weitsichtiges Auge durch ein vorgesetztes Convexglas, ein kurzsichtiges durch ein Concavglas normalsichtig macht, wird ein normalsichtiges durch ein vorgesetztes Concavglas einem weitsichtigen ähnlich, durch ein Convexglas einem kurzsichtigen. Wenn man eine Sammellinse von $1\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite vor das Auge hält, so kann man nur solche Gegenstände noch deutlich sehen, welche nahehin $1\frac{1}{2}$ Zoll hinter der Linse liegen, alle entferneren entwerfen Bilder mit so grossen Zerstreungskreisen auf der Retina, wie es sonst bei den grössten Veränderungen der Sehweite nie geschehen kann. Das ist aber ausserordentlich vortheilhaft, wenn in diesem Auge das Brücke'sche Leuchten beobachtet werden soll, und in der That sieht es der Beobachter in dem mit der Linse versehenen Auge viel stärker erscheinen als ohne Linse. Dasselbe ist der Fall, wenn man eine Concavlinse von kleiner Brennweite vor das beobachtete



Auge bringt, auch diese macht die Bilder auf seiner Retina sehr undeutlich und verstärkt das Leuchten.

Durch diese geringe Modification des Brücke'schen Versuchs kann eine ganz ausreichende Beleuchtung des Augenhintergrundes für den Beobachter hervorgebracht werden. Jetzt fragt sich noch, wo ist bei dieser Anordnung das Bild zu suchen, welches die Augenmedien von der erleuchteten Stelle der Netzhaut entwerfen. Fig. 2 stelle das Auge des Beobachters D, des Beobachteten B, die Flamme einer Kerze A in horizontalem Durchschnitte dar. S ist ein Schirm, welcher das Licht von A vom Auge des Beobachters abhält, letzteres sieht dicht neben dem Schirm und der Flamme A vorbei und, durch die Convexlinse L hindurch nach der Pupille des beobachteten Auges B und erblickt diese stark leuchtend. Das Auge B kann, so lange die Linse vor ihm steht, kein deutliches Bild von dem Lichte A auf seiner Retina entwerfen, sondern es bildet sich ein helles Zerstreuungsfeld, dessen Durchmesser $\gamma_1 \gamma_2$ sei. Der Einfachheit wegen nehmen wir an, dieses Auge sei für weit entfernte Gegenstände adaptirt, so dass es parallel einfallende Strahlen auf seiner Retina in einen Punkt vereinigt und Strahlen, welche von einem Punkt der Retina ausgehen, parallel wieder austreten lässt. Sollte seine Adaptation auch in Wirklichkeit eine andere sein, so entsteht dadurch keine merkliche Veränderung in der Projection der Bilder. Die Strahlen, welche von einem Punkte des erhellten Theiles der Retina kommen, treten also unter sich parallel aus dem Auge B aus, fallen auf die Linse L und werden von daher in deren jenseits gelegenen, dem Auge D zugewendeten Brennpunkte wiederum vereinigt. Das Bild der Netzhaut wird daher in der Fläche $g_1 g_2$ entworfen, wenn l die Brennweite der Linse L ist und wenn der Beobachter sein Auge D für die Entfernung Dl adaptirt, kann er hier in $g_1 g_2$ ein deutliches und umgekehrtes Bild der Netzhaut erblicken. Diese interessante Anwendung der Linse L, welche gleichzeitig den betreffenden Theil der Netzhaut deutlich sichtbar macht und beleuchtet, ist ganz dieselbe wie in Rueté's Augenspiegel. Diejenigen meiner Leser, welche die Beschreibung dieses Instrumentes kennen, werden gleich übersehen, dass sich die beschriebene Anordnung des Versuchs in Fig. 2 von dem optischen Theile jenes Augenspiegels, der in Fig. 3 schematisch dargestellt ist, nur dadurch unterscheidet, dass an Stelle des das Licht der Lampe A reflectirenden Spiegels CC, der bei

Ruete vor dem Auge des Beobachters D steht und durch dessen Oeffnung dieser blickt, hier die Lichtflamme selbst getreten ist. In theoretischer Beziehung ist dieser Unterschied unerheblich, in practischer aber vereinfacht er das Verfahren ungemein.

Statt der Convexlinse L kann man auch eine Concavlinse von kleiner Brennweite vor das Auge B setzen. Die von einem Punkte der hellen Netzhautfläche $\gamma_1 \gamma_2$ kommenden Strahlen, welche parallel aus dem Auge zur Linse treten, werden von dieser dann so gebrochen, als kämen sie aus deren hinterem, nach der Seite von B gelegenen Brennpunkte und dem Auge D erscheint daher ein Bild der Retina aufrecht und hinter der Concavlinse gelegen, dessen Vergrößerung dem durch die Convexlinse erhaltenen gleich ist, wenn die Brennweiten beider Linsen gleich sind. Aber das Feld, welches man von der Netzhaut erblickt und welches bei diesen Versuchen durch die Iris des beobachteten Auges begrenzt wird, ist bei den Concavlinen viel kleiner, so dass es sich als vortheilhafter zeigt, Convexlinsen anzuwenden.

Der Augenarzt, welcher den Hintergrund eines kranken Auges beobachten will, braucht also nichts weiter mit sich zu bringen als eine kleine Convexlinse von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll Brennweite und $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Art ihrer Anwendung, wie ich sie am bequemsten gefunden habe, ist folgende. Arzt und Patient setzen sich in einem übrigens verdunkelten Zimmer neben einem Tische dicht vor einander hin, so dass ihre Gesichter etwa einen Fuss von einander entfernt sind und so, dass eine Ecke des Tisches zwischen beide hineinragt. Ich setze voraus, dass der Beobachter, wenn er mit einem Auge sehen will, das rechte dazu zu gebrauchen pflegt, wie es gewöhnlich der Fall ist; dann muss der Tisch zu seiner Linken stehen. Der Arzt setzt eine Kerze, deren Flamme in der Höhe der beiderseitigen Augen steht, dicht vor sich auf die Tischecke, bringt mit der linken Hand zwischen die Flamme und sein Auge einen kleinen dunkeln Schirm, wozu er ein Stückchen Pappe, ein kleines Buch, oder was sonst zur Hand ist, gebrauchen kann und visirt nun mit seinem rechten Auge dicht neben dem Rande des Schirms und dicht neben dem hellsten Theile der Flamme vorbei nach dem Auge des Kranken hin, dem er einen Gesichtspunkt hinter seinem Rücken in der dunklen Tiefe des Zimmers anweisen kann. Die Stellung der

beiden Augen, des Schirms und der Flamme ist wie in Fig. 2. Er sieht bei diesem Visiren die Pupille des beobachteten Auges roth leuchten und zwar desto stärker, je näher er am Rande der Flamme vorbeisieht. Wenn man nur diese Bedingung fort-dauernd beachtet, wird es nicht schwer, das Leuchten wahr-zunehmen. Bei blauen und kurzsichtigen Augen mit weiter Pupille ist es stärker als bei braunen und normalsichtigen, aber es lässt sich auch bei letzteren immer erkennen. Sobald der Arzt die günstigste Stellung seines Auges für die Beobachtung des Leuchtens gefunden hat, bringt er die Linse dicht vor das beobachtete Auge. Er fasst sie wohl am besten zwischen Dau-men und Zeigefinger der rechten Hand, während er den kleinen Finger derselben auf das Gesicht des Kranken aufstützt. Indem man die Linse zunächst dicht vor das beobachtete Auge bringt, erleichtert man sich das Auffinden ihrer richtigen Stellung sehr. Man erblickt nämlich Iris und Pupille dieses Auges in geringer Vergrößerung und übersieht desshalb durch das Glas hinreichend viel von den äusseren Theilen des Auges, um der Linse ohne Schwierigkeit ihre Stellung gerade vor der Pupille zu geben, welche jetzt stärker leuchtend erscheint. Das roth leuchtende, der Netzhaut angehörige Feld, welches man über-sieht, ist zunächst klein, weil es durch den Rand der Pupille begrenzt ist und diese wenig vergrössert erscheint, so lange die Linse nahe vor dem Auge steht. Entfernt man letztere aber allmählig von dem Auge in solcher Richtung, dass die roth leuchtende Pupille fortdauernd die Mitte der Linse ein-nimmt, so erscheint sie und mit ihr das rothe Feld des Hinter-grundes immer grösser und grösser, bis es sich zuletzt über die ganze Fläche der Linse ausbreitet. Jetzt wird man meistens schon von selbst auf das Bild der Netzhautgefässe durch einzelne stärker markirte rothe Stämme aufmerksam. Wenn man es nicht gleich sieht, so erinnere man sich, dass dieses Bild nicht in der Fläche des Glases, sondern je nach seiner Brennweite $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll vor ihm nach der Seite des Beob-achters hin liegt und dass dieser sein Auge für eine kürzere Sehweite adaptiren muss, als die Entfernung der Linse beträgt, um es deutlich sehen zu können. Wenn stark gezeichnete Gefässstämme gerade vorliegen, gelingt es übrigens oft, das Netzhautbildchen schon zu sehen, während man die Glaslinse noch dicht vor das beobachtete Auge hält und die Pupille in geringer Vergrößerung erscheint. Es ändert sich durch die

verschiedene Entfernung der Linse vom Auge an dem Netzhautbildchen weiter nichts als der Umfang, den man davon übersieht. Seine Lage zur Gläslinse, Helligkeit, Vergrößerung bleiben dabei unverändert. Wenn die beiden Augen 12 Zoll von einander entfernt sind, so hat der Beobachter das Netzhautbildchen in 8—9 Zoll Entfernung vor sich, also in bequemer Sehweite. Sollte er sehr kurz- oder weitsichtig sein, wird er am besten thun, eine solche Brille aufzusetzen, wie er sie zum Lesen braucht.

Die Vergrößerung des Netzhautbildchen lässt sich theoretisch sehr leicht bestimmen; sie ist gleich der Brennweite der Gläslinse dividirt durch die Brennweite des Auges. Unter letzterer verstehe ich den Abstand des Kreuzungspunktes der Richtstrahlen von der Netzhaut, welcher ungefähr einen halben Zoll beträgt. Durch eine Linse von $1\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite bekommt man also eine dreimalige, durch eine von 2 Zoll eine viermalige Vergrößerung.* Man sieht, wie es Ruete schon beschrieben hat, in einem gesunden Auge sehr leicht die Eintrittsstelle des Sehnerven als einen kleinen runden weissen Fleck, die Verästelungen der Centralgefäße, welche als feine dunkelrothe Linien auf dem hellrothen Grunde erscheinen. Den gelben Fleck, wie Ruete, zu sehen, ist mir nicht gelungen, weil das von der Hornhaut reflectirte Lichtbildchen sehr hell und durch die Gläslinse stark vergrößert in den Weg tritt, sobald man in der Richtung der Sehaxe in das beobachtete Auge zu blicken sucht. Das Hornhautbildchen ist bei der beschriebenen und ebenso bei Ruete's Methode sehr viel störender als bei meinem Augenspiegel. Letzterer schwächt es bedeutend durch die polarisirende Wirkung der spiegelnden Glasplatten, es erscheint als ein matter Schein, hinter welchem man die Netzhaut noch sehr gut wahrnehmen kann. Durch die Convexlinse dagegen präsentirt es sich so glänzend und so breit, dass es die Beobachtung der hinterliegenden Partien der Netzhaut vollständig verhindert. Indessen verschwindet es aus dem Gesichtsfelde, sobald man schief gegen die Sehaxe in das Auge blickt, und die seitlichen Partien der Netzhaut

* Diese Angaben sind nicht identisch mit denen von Ruete. Ich habe die wirkliche Vergrößerung des gesehenen Bildes bestimmt, Ruete die scheinbare Vergrößerung, wie sie für die bestimmte Stellung des Auges in seinem Augenspiegel stattfindet.

erscheinen scharf und hell. Ausser dem Hornhautbildchen stören auch die Reflexe von den beiden Oberflächen der Gläslinse. Um sie möglichst unschädlich zu machen, wende man die Linse etwas schief gegen die Gesichtslinie und kehre ihre am stärksten gekrümmte Seite dem Beobachter zu. Bei dieser Stellung erscheinen die Lichtreflexe kleiner und rücken aus der Mittellinie weg. Die Helligkeit ist bei der eben beschriebenen Methode auf der dem Lichte zugekehrten Hälfte des Gesichtsfeldes etwas grösser als auf der anderen und übertrifft die meines Augenspiegels mit reflectirenden Glasplatten sehr merklich. Nach theoretischen Bestimmungen kann sie an den hellsten Stellen beinahe viermal so gross werden als die letztere. Es erscheint daher der Grund des Auges auch in einem viel helleren Roth. Dagegen erkennt man dessen ungeachtet im gesunden Auge wegen der geringen Vergrößerung eben nicht viele Einzelheiten. Die Hauptäste der Centralgefäße erscheinen so fein, dass man ihre arterielle oder venöse Beschaffenheit weder an der Farbe des Blutes noch an der Dicke ihrer Wandung unterscheiden kann. Auch kann kein begrenztes Bild der Flamme oder eines anderen äusseren Gegenstandes bei diesem Verfahren auf der Netzhaut des beobachteten Auges entworfen werden und es wird deshalb kein solches dem Beobachter sichtbar.

Wir wollen nun zur Vergleichung des von uns beschriebenen vereinfachten Ruete'schen Verfahren mit dem ursprünglichen übergehen. Die Anordnung des optischen Theils von Ruete's Instrument ist in Fig. 3 abgebildet. Die Flamme einer Lampe A steht neben dem beobachteten Auge B, ihr Licht fällt auf den Hohlspiegel CC, durch dessen durchbohrte Mitte das Auge des Beobachters D nach B hinsieht. Die Brennweite dieses Spiegels bestimmt Ruete auf 10 Zoll, während BD 12 Zoll beträgt. Der Spiegel entwirft alsdann für das Auge B ein stark vergrößertes, nicht deutlich begrenztes Bild der Flamme, welches dieselbe Helligkeit darbietet, wie die Flamme selbst und bei günstiger Anordnung den ganzen Spiegel zu bedecken scheint, so dass die ganze Spiegelfläche für das Auge B gleichsam eine neue Lichtquelle von der Intensität der Flamme wird. Die Linse L entwirft bei richtiger Stellung ein Bild der hellen Spiegelfläche mit ihrer mittleren dunklen Oeffnung, wie es in Fig. 4 abgebildet ist, auf der Oberfläche des in ihrem Brennpunkte stehenden Auges B. Der helle Kreis in der Figur ist das helle Bild der runden Spiegelfläche, der

schwarze, mit p bezeichnete Fleck, das Bild der Oeffnung in der Mitte des Spiegels. Wenn der Beobachter den Mittelpunkt der Linse in die gerade Verbindungslinie der beiden Augen gebracht hat, so dass er die Pupille des Auges B dadurch sieht, so fällt auch das von der Linse L entworfene Bild der Oeffnung des Spiegels auf die Pupille von B. Die Erscheinungen des Augenleuchtens und des Netzhautbildes sind dieselben, wie in dem einfacheren Verfahren und erklären sich ebenso.

Ruete hat die betreffenden Theile des Apparats auf einem sehr zweckmässigen Gestelle befestigt und durch die Nebeneinrichtungen überhaupt wohl die Beobachtung so bequem als möglich gemacht. Nur will ich für diejenigen Aerzte und Physiologen, welche sich das Instrument zu einzelnen Versuchen provisorisch und möglichst billig zusammenstellen möchten, hier noch bemerken, dass der Hohlspiegel, so viel ich sehe, ohne Schaden durch einen gewöhnlichen ebenen Glasspiegel ersetzt werden kann, in dessen Quecksilberbelegung man ein Loch von der Grösse der Pupille für den Beobachter zum Hindurchsehen angebracht hat. Wenn man eine Lampenflamme von nicht zu kleinem Querdurchmesser anwendet, welche man dem schräg gegen die Verbindungslinie der Augen gestellten Planspiegel von der Seite her ganz nahe bringen kann, wird auch die Helligkeit der Beleuchtung dieselbe. Von dem Lichte, welches der Hohlspiegel sammelt, muss bei Ruete's Instrument das meiste verloren gehen. Die Linse L entwirft nämlich durch Concentration des vom Spiegel kommenden Lichtes auf der Oberfläche des Auges B ein Bild der hellen Spiegelfläche, welches nach den von Ruete angegebenen Dimensionen seines Instruments 5 Linien im Durchmesser haben muss. Davon kann natürlich nur der kleinste Theil durch die viel engere Pupille hindurchtreten, das meiste wird von der Iris und Sclerotica abgefangen. Das Maximum der Helligkeit muss schon erreicht sein, wenn die Linse L von der leuchtenden Fläche (der gespiegelten Lampenflamme) ein Bild von der Breite der Pupille des beobachteten Auges entwirft und das wird sich bei einer zollbreiten Flamme auch ohne Hohlspiegel erreichen lassen. Ja es möchte die Zuleitung überflüssigen Lichtes durch den Hohlspiegel nicht einmal ganz unschädlich sein, da die Lichtreflexe an den beiden Oberflächen der Linse und an der Hornhaut desto störender werden, je mehr Licht nach dem Auge hin

geworfen wird. Stellt man übrigens zwischen Flamme und Spiegel eine Sammellinse auf, so kann man die Flamme auch beliebig vergrössern. Linse und Spiegel zusammen vertreten dann die Stelle des Hohlspiegels und man hat noch den Vortheil, dass auch die unbelegte Stelle des Spiegels genau in der Richtung der Gesichtslinie des Beobachters Licht in das beobachtete Auge sendet.

Was zunächst das Verhältniss der Helligkeit zwischen Ruete's ursprünglichem und dem vereinfachten Verfahren betrifft, so können wir, ohne uns auf strengere theoretische Untersuchungen einzulassen, durch folgende Ueberlegung einsehen, dass die Helligkeit bei dem einfacheren Verfahren nicht viel geringer zu sein braucht; eine Thatsache, welche sich auch bei der Beobachtung bestätigt. Das beobachtete Auge empfängt das Licht zunächst von der Glaslinse her, diese erscheint ihm als eine stark leuchtende Kreisfläche. Auf seiner Retina wird ein Bild dieser Kreisfläche entworfen und offenbar muss alles Licht, was von der Linse in das Auge gelangt, sich in dem Umfange ihres kreisrunden Bildes vertheilen. Gebrauchen wir nun in Ruete's Augenspiegel und bei dem einfacheren Verfahren eine Linse von derselben Grösse und Brennweite, so wird auch der Umfang ihres Bildes im beobachteten Auge derselbe sein und da sich somit das einfallende Licht in beiden Fällen auf einem gleich grossen Raume vertheilt, wird die Helligkeit der Erleuchtung nur von der Quantität des einfallenden Lichts abhängen. Die Linse L entwirft nun bei ihrer vortheilhaftesten Stellung auf der Oberfläche des Auges B ein Bild des beobachtenden Auges und der leuchtenden Fläche, entweder wie in Fig. 4 des Spiegels oder, beim einfacheren Verfahren, wie in Fig. 5 der Lichtflamme. In beiden Figuren bezeichnet p das Bild der Pupille des Beobachters, welches auf die Pupille des beobachteten Auges fallen muss, wenn der Beobachter soll hineinsehen können. Im günstigsten Falle wirkt der Hohlspiegel, als leuchtete seine ganze Fläche mit derselben Intensität, wie der hellste Theil der Lichtflamme, die Linse wird also von ihm wie in Fig. 4 ein viel grösseres, aber kein helleres Bild entwerfen als von der Flamme in Fig. 5. Aus dem Anblick beider Figuren ergibt sich leicht, dass nur durch diejenigen Theile der Pupille, welche von dem hellen Theile des Bildes bedeckt werden, Licht in das Innere des Auges zur Erleuchtung der Netzhaut fallen wird und zwar in beiden Fällen

wegen der gleichen Helligkeit der beiden Bilder durch gleich grosse Theile der Pupillenfäche gleich viel. Wenn aber das Lichtbild auf dem Auge die Lage hat, welche in Fig. 5 gezeichnet ist, sieht man, dass auch hier fast die ganze Pupille mit Ausnahme eines ganz kleinen Kreisabschnittes Licht empfangen wird, dass also fast ebenso viel Licht bei dem einfacheren Verfahren in das Auge fallen und die helle Netzhautstelle fast ebenso stark beleuchten kann, wie in Ruete's Augenspiegel. Uebrigens vertheilt sich die Lichtmenge bei dem einfachen Verfahren nicht ganz gleichmässig auf der Netzhaut. Die nach der Seite des Lichtes gelegenen hellen Theile derselben sind stärker, ebenso stark wie in Ruete's Augenspiegel beleuchtet, die andern ein wenig schwächer. Im Ganzen zeigt sich bei vergleichenden Versuchen der Unterschied in der Beleuchtung so gering, dass ich sehr zweifele, ob dadurch irgend ein Nachtheil bei der practischen Anwendung entstehen wird.

Der zweite wesentliche Punkt der Vergleichung ist die Leichtigkeit, mit welcher man bei den beiden Verfahrensweisen die richtige Stellung des Instruments findet. Ruete's Spiegel möchte in Bezug auf Bequemlichkeit Nichts zu wünschen übrig lassen, namentlich, wenn man einen intelligenten Gehülfen hat, welcher den Kopf des Kranken fixirt und in die erforderliche Stellung bringt. Ruete gibt in seiner Schrift Nichts darüber an, wie er den Kopf des Kranken fixirt habe. Ich hatte anfänglich den optischen Theil meines Augenspiegels auf einem feststehenden Gestelle befestigt, gab es aber auf, weil selbst geschickte und einsichtige Personen, welche sich zur Beobachtung hergaben, nicht im Stande waren, den Kopf genügend lange in unveränderter Stellung zu erhalten. Bei Ruete's Augenspiegel bietet sich aber ein bequemes Mittel dar, durch einen Gehülfen den Kopf des Kranken richten zu lassen. Dieser muss nur auf das von der Linse auf dem beobachteten Auge entworfene Bild des Spiegels mit der mittleren dunklen Oeffnung achten und sorgen, dass dieser dunkle Fleck auf die Pupille fällt, dann wird auch der Beobachter ohne Weiteres die Netzhaut vor sich sehen.

Bei dem Gebrauche einer einfachen Convexlinse hat es der Beobachter allerdings nicht ganz so leicht, sondern er muss fortdauernd auf die richtige Stellung der Linse und seines Auges achten und ich muss gestehen, dass ich bei den ersten Probeversuchen damit, wo ich die oben beschriebene Methode, der

Linse die richtige Stellung zu geben, noch nicht gefunden hatte, nur nach vielem Herumtappen mit dem Versuche zu Stande kam und ihn ohne die theoretische Ueberzeugung von seiner Ausführbarkeit bald aufgegeben haben würde. Seitdem ich aber die oben beschriebenen Regeln zur Orientirung der Linse benütze, gelingt es mir mit der grössten Sicherheit und Leichtigkeit jedes Mal augenblicklich und ich bitte diejenigen meiner Leser, welche den Versuch nachmachen wollen, nur alle dort gegebenen Regeln sorgsam zu beachten, dann glaube ich ihnen auch Gelingen versprechen zu können. Namentlich achte der Beobachter darauf, stets ganz dicht am Rande des Lichtes vorbeizusehen, und wenn er die Linse vom Auge allmählig entfernt, die Pupille stets in ihrer Mitte zu behalten. Auch lasse er das kranke Auge nicht in den hellen Kreis der Linse hinein, sondern ein wenig seitwärts sehen; er würde im ersteren Falle durch das Hornhautbildchen an der Beobachtung gehindert werden. Eine andere Schwierigkeit, welche aber ganz in demselben Grade bei Ruete's zusammengesetztem Augenspiegel besteht, ist die, dass das sichtbare Netzhautbildchen nicht in der Ebene der Linse, sondern vor derselben liegt und es einem Beobachter, der nicht an willkürliche Aenderungen der Sehweite gewöhnt ist, oder es durch einen glücklichen Blick erhascht, vielleicht nicht gelingt, die Gefässe der Netzhaut zu sehen, während er doch die rothe Beleuchtung derselben ganz gut erkennt. Erschwert wird die Ausführung derselben ganz gut erkennt. Erschwert wird die Ausführung der richtigen Adaptation noch dadurch, dass das Netzhautbildchen, wenn nicht gerade die Eintrittsstelle des Sehnerven darin enthalten ist, keine auffallenden Lichtcontrasten darbietet, sondern schwach in dunkelrothen Linien auf hellrothem Grunde gezeichnet erscheint, während die Linse mit den grellen Lichtreflexen ihrer beiden Oberflächen den Blick unwillkürlich auf sich zieht. Einem Beobachter, dem es gar nicht gelingen sollte, die richtige Adaptation zu finden, würde ich rathen, die Beobachtungen mit einem schärferen Convexglase anzufangen, weil diesem das Netzhautbildchen näher liegt und letzteres daher schon bei einer geringeren Veränderung der Sehweite aufgefunden werden kann. Oder der Beobachter übe sich in der Beobachtung ähnlicher Bilder, welche solche Convexlinsen von anderen entfernten Gegenständen des Zimmers entwerfen und welche leicht zu sehen sind, wenn man die Linsen aus 8 bis 12 Zoll Entfernung betrachtet. Bei einiger Aufmerksamkeit

wird er sehen, dass auch diese Bilder nicht in der Ebene der Linse liegen und wird lernen, mit seinem Blicke von der Linse auf das Bild und zurück zu gehen.

Ogleich daher der Augenspiegel von Ruete für Augenkliniken und für das Consultationszimmer des Augenarztes die bequemste Form sein möchte, um die Arten der Beobachtung anzustellen, welche er zulässt, so glaube ich doch, empfiehlt sich die Anwendung einer einfachen Convexlinse, welche bei einiger Uebung des Beobachters wohl kaum weniger leisten wird, als jenes complicirte Instrument, durch ihre grosse Einfachheit, Billigkeit, die Möglichkeit, sie in jedem Augenblicke bei sich zu tragen und zu gebrauchen, hinreichend, um die Augenärzte zu Versuchen damit aufzufordern, und vielleicht sind es gerade diese Umstände, welche eine ausgedehntere Ausführung von Netzhautuntersuchungen durch eine möglichst grosse Zahl von Augenärzten möglich machen.

Ich knüpfe hier endlich noch eine Vergleichung des Instruments von Ruete mit meinem Augenspiegel an. Die wesentlichen Unterschiede beider Methoden sind, dass sowohl die ursprüngliche als die vereinfachte von Ruete ein grösseres Gesichtsfeld bei geringerer Vergrösserung und eine grössere Helligkeit gewähren. Das grössere Gesichtsfeld wird bei vielen Krankheitszuständen die Untersuchung sehr erleichtern und ebenso hat Ruete gewiss Recht, wenn er die geringere Vergrösserung in einer grossen Zahl von Fällen für ausreichend erklärt. Ich halte desshalb die Erfindung seines Instrumentes für einen wesentlichen Fortschritt in der Untersuchung des Augenhintergrundes. In welchen Fällen von pathologischen Veränderungen der Retina die stärkere Vergrösserung nothwendig werden wird, in welchen die schwächere ausreicht, darüber kann natürlich nur die Erfahrung der Augenärzte entscheiden. Ich will hier nur noch darauf aufmerksam machen, dass die in physiologischer Beziehung wichtigen Beobachtungen über die Gestalt und Genauigkeit der Netzhautbilder, ihre Veränderung bei der Adaptation und über die durchscheinende Beschaffenheit der Sehnervenmasse nach Ruete's Methode nicht ausgeführt werden können, und dass man dabei auch nicht die arteriellen von den venösen Gefässstämmen unterscheidet, was in einzelnen Fällen von Wichtigkeit sein kann und durch meinen Augenspiegel unterschieden wird.

Die Helligkeit ist in Ruete's Spiegel nahin 4 Mal grösser

als in meinem. Denn bei diesem geht die Hälfte des einfallenden Lichts bei der Spiegelung an den unbelegten Glasplatten verloren, die Netzhaut wird also nur halb so stark beleuchtet und von dem zurückkehrenden Lichte geht wiederum die Hälfte verloren, wenn es durch die Glasplatten hindurchtritt. Ich habe mich bei der Construction meines Instrumentes nicht bemüht, eine stärkere Beleuchtung zu erzeugen, weil diese für die Beobachtung der Netzhaut normaler Augen genügt und weil eine stärkere nicht ohne Belästigung ertragen wird. In der That ertragen gesunde Augen fast beliebig lange die Untersuchung mit meinem Augenspiegel, ja selbst gereizte und empfindliche Augen habe ich untersucht, ohne dass die Kranken sich geblendet fühlten oder über üble Folgen zu klagen gehabt hätten. Das ist aber bei Ruete's Methode anders. Der Grad der Blendung hängt nicht nur von der Intensität des einfallenden Lichtes ab, sondern auch von der Ausdehnung des beleuchteten Netzhautfeldes, oder, was damit gleich ist, von der scheinbaren Grösse der leuchtenden Fläche. Ausserdem ist zu bemerken, dass die Stelle des directen Sehens sehr viel empfindlicher ist als die Seitentheile der Netzhaut. Bei Ruete's Methode wird nun ein sehr viel grösseres Feld der Netzhaut mit doppelt so hellem Lichte erleuchtet als bei meinem Spiegel, und selbst wenn man den Beobachteten nicht, wie es Ruete vorschreibt, direct in den hellen Lichtkreis hinein, sondern seitwärts vorwärts bei blicken lässt, erträgt ein gesundes Auge die Beobachtung nur wenige Minuten, ohne Thränenfluss und lang anhaltende Nachbilder zu bekommen. Die Untersuchung empfindlicher Augen verwirft desshalb Ruete ganz und gar, während ein geübter Beobachter, der schnell mit der Untersuchung zu Stande kommt, meinen Augenspiegel natürlich mit der nöthigen Rücksicht auf den Kranken dazu wohl anwenden kann. Dem beobachteten Auge erscheint dabei in den spiegelnden Gläsern das Bild der Flamme unvergrössert und in halber Lichtstärke, es blickt aber nicht direct nach diesem Flammenbilde hin, sondern seitwärts. Ein Auge, welches z. B. ein neben die Lampenflamme gehaltenes Buch ohne geblendet zu werden betrachten kann, kann auch ohne Bedenken mit dem Augenspiegel untersucht werden. Bei Ruete's Verfahren erscheint dagegen die Glaslinse dem beobachteten Auge als ein grosser feuriger Kreis, dessen Lichtintensität der der Flamme fast gleich ist, dessen Durchmesser etwa die Hälfte von dem Durchmesser des ganzen

Gesichtsfeldes beträgt. Bei blinden Augen oder solchen mit stark getrübten Medien ist man natürlich in der Anwendung grösserer Lichtmengen unbeschränkt; bei ersteren würde auch mein Augenspiegel jeden nöthigen Grad der Helligkeit geben können, wenn man mit Hülfe von Sonnenlicht beobachtete.

Zu bemerken ist übrigens noch, dass Ruete's Augenspiegel das Licht am meisten in der Pupille concentrirt und nach der Netzhaut hin sich wieder ausbreiten lässt, während der meinige es an letzterer am meisten concentrirt. Darin ist der eigenthümliche Vortheil für die Diagnose anfangender Trübungen der Linse begründet, welchen Ruete an seinem Instrumente rühmt.

Dies sind die wesentlicheren Punkte der Vergleichung. Von Nebenpunkten wäre noch zu erwähnen, die grössere Bequemlichkeit der Beobachtung für den Ungeübten auf Seiten von Ruete's Instrument. Dagegen ist das Bild meines Spiegels freier von störenden Nebenerscheinungen. Der Hornhautreflex erscheint als ein blasser Lichtnebel, während er bei Ruete ein sehr helles grosses Bild der leuchtenden Fläche darstellt und ausserdem noch die Lichtreflexe der beiden Glasflächen hinzukommen.

Uebrigens will ich bei dieser Gelegenheit noch auf eine sehr vortheilhafte Verbesserung meines Augenspiegels aufmerksam machen, welche mir von dem hiesigen Mechanikus Herrn E. Rekoss vorgeschlagen wurde und von demselben auch an einer Anzahl von Instrumenten ausgeführt ist. Der Wechsel der verschiedenen Concavgläser, welche zu meinem Instrumente gehören, war bei solchen Augen, wo man sich das passende Glas erst suchen musste, lästig und erschwerte die Beobachtung. Herr Rekoss hat jetzt diese Gläser in zwei drehbare Scheiben eingesetzt, welche an dem Gestelle des Instruments so befestigt sind, dass beim Drehen derselben die verschiedenen Gläser, welche sie enthalten, nach einander vor das Auge treten. Jede Scheibe enthält ein freies Loch und vier Concavgläser, die eine Nr. 6 bis 9, die andere Nr. 10 bis 13 der Brillengläser, so dass man ein jedes dieser Gläser einzeln oder gleichzeitig eines von den niederen und eines von den höheren Nummern vor das Auge bringen kann. Die Gläser lassen sich während der Beobachtung leicht vertauschen, ohne dass man den Augenspiegel aus seiner Stellung zu bringen braucht. Man dreht die betreffende Scheibe mittelst des Zeigefingers der

Hand, in welcher man das Instrument hält, indem man diesen Finger an dem Rande der Scheibe anlegt. Kleine Federchen, welche in Vertiefungen am Rande der Scheiben einspringen, markiren während der Drehung jedes Mal diejenigen Stellungen der Scheiben, wo ein Concavglas gerade vor die Oeffnung des Spiegels getreten ist und befestigen es ein wenig in dieser Stellung. Der Gebrauch des Augenspiegels hat dadurch ausserordentlich an Bequemlichkeit gewonnen und ich hoffe, dass namentlich kurzsichtige Beobachter, denen seine Anwendung gewöhnlich schwer wird, die Schwierigkeiten, welche ihnen bisher entgegentraten, durch die neue Form beseitigt finden werden.