



U?ber eine neue Form des Augenspiegels

<https://hdl.handle.net/1874/426626>

*Sinn Prof. Dr. F.C. Donders
in Loosung und Verfassung*

D. Prof.

ÜBER
EINE NEUE FORM
DES
AUGENSPIEGELS.

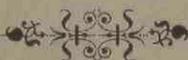
ABHANDLUNG
DER MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER
LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

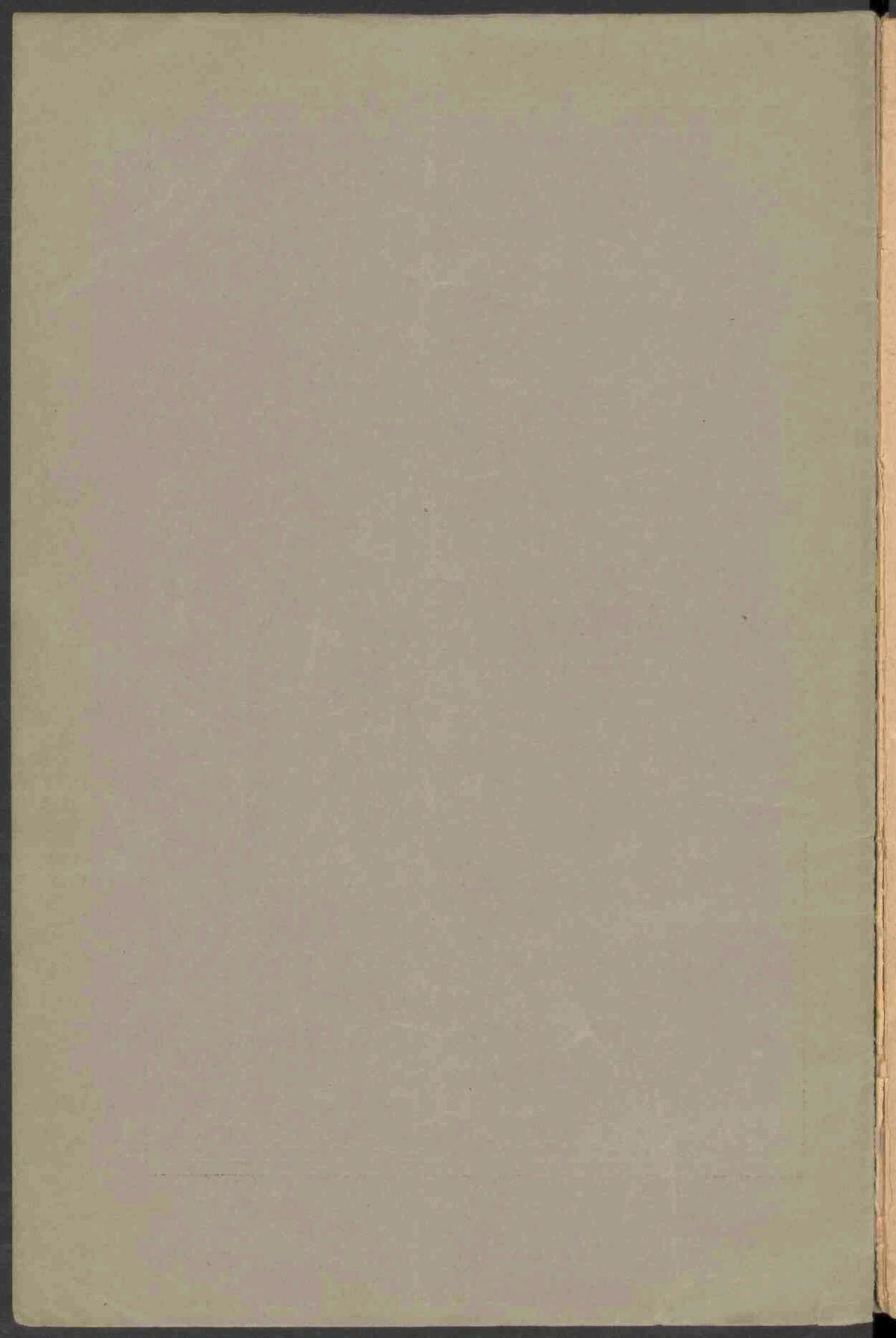
PRO VENIA LEGENDI
VORGELEGT
VON
DR. GUSTAV ENGELHARDT.

MÜNCHEN 1878.

DRUCK VON KNORR & HIRTH

U-MUS
DO
1271





ge

Do 1271

ÜBER
EINE NEUE FORM
DES
AUGENSPIEGELS.

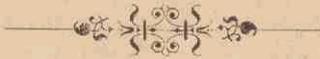
ABHANDLUNG
DER MEDICINISCHEN FACULTÄT
DER
LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT

PRO VENIA LEGENDI

VORGELEGT

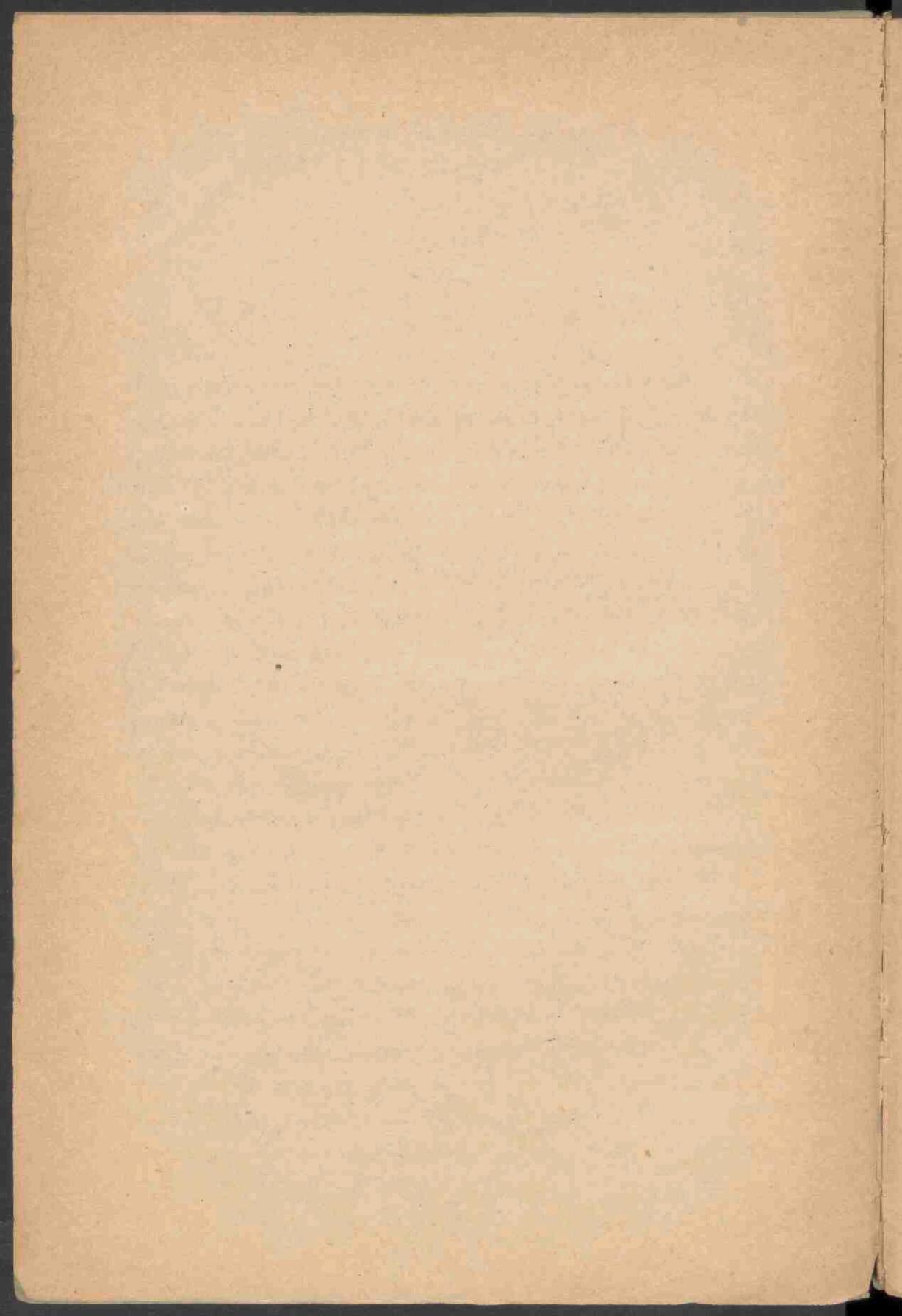
VON

DR. GUSTAV ENGELHARDT.



MÜNCHEN 1878.

DRUCK VON KNORR & HIRTH



Die Schwierigkeiten, welche sich bei den ersten Versuchen, mit dem Augenspiegel ein deutliches Bild des Augenhintergrundes zu sehen, selbst unter Beobachtung aller über die Handhabung desselben aufgestellten Anweisungen, ergeben, die manchfachen Hindernisse, welche sich dem Ungeübten hiebei in den Weg stellen, sind wohl Keinem, der die Kunst des Ophthalmoscopiens zu erlernen gestrebt hat, unerkannt geblieben. Jeder, der den Augenspiegel zur Hand nimmt und begierig wünscht, dass ihm ein Blick durch denselben das Dunkel des zu untersuchenden Auges erhelle, dass ihm ein lichtvolles deutliches Bild des Hintergrundes dieses Auges entgegenstrahle, wird von den Kämpfen zu berichten wissen, welche er mit den dioptrischen Verhältnissen, mit der Verwendung der Beleuchtung, sowie mit den verschiedenen Zuständen der Refraction und Accommodation des eigenen und des fremden Auges zu bestehen hatte, aus welchen er mehr oder weniger als Sieger hervorgegangen.

Die vorliegenden Untersuchungen führten auf Grund eingehender ophthalmoscopischer Studien zu der Construction des in Folgendem beschriebenen Instrumentes zur Beobachtung des Augenhintergrundes im umgekehrten Bilde. Hiemit habe ich den Versuch gemacht, Jedem, auch dem in der ophthalmoscopischen Untersuchung ganz Ungeübten, die Wahrnehmung und Beobachtung eines grossen,

klaren und leicht aufzufassenden umgekehrten Bildes des Augenhintergrundes zu ermöglichen. Das Instrument ist sonach in erster Linie bestimmt, dem Unterricht in der Ophthalmoscopie zu dienen; die leichte Auffassbarkeit des Bildes, die Unmöglichkeit für den ungeübten Beobachter, das Bild nicht zu sehen, dürften sich für den Zweck der Demonstration ophthalmoscopischer Bilder wohl als geeignet erweisen; doch ist der Apparat nicht als Demonstrationsspiegel nach Art der unter diesem Namen construirten Spiegel für zwei Beobachter aufzufassen, da, wie sich aus den ferneren Auseinandersetzungen ergeben wird, immer nur ein Beobachter zu untersuchen im Stande ist; dieser sieht nicht, wie bei den sogenannten Demonstrationsspiegeln ein Spiegelbild des ursprünglich gewonnenen Bildes, sondern dieses selbst, das umgekehrte reelle Bild des Hintergrundes des der Untersuchung unterzogenen Auges. Das Bild, welches in der gleichen Ebene stehen bleibt, solange das Objekt an der ihm zugewiesenen Stelle sich befindet, füllt den Rahmen eines möglichst grossen, durch die später zu erwähnende Wahl der Linsen bedingten Gesichtsfeldes aus, zeigt eine erhebliche Vergrösserung und ist zur Gewinnung eines Gesamtüberblicks ebenso wie zu Detailuntersuchungen geeignet, da es dem Beobachter flächenartig mit einem Schlage entgegentritt und, einmal aufgefasst, leicht festgehalten werden kann. Das Bild macht den Eindruck eines Atlasbildes und zeigt sich als eine Scheibe, ungefähr von der Grösse, wie sie von Jaeger in seinem Handatlas seinen Bildern gegeben hat.

Wie das Instrument nach dem Angeführten sich zum ophthalmoscopischen Unterricht als zweckmässig erweisen dürfte, so, hoffe ich, wird es auch die Beachtung der geübten

Ophthalmoskopiker zu eigenen Untersuchungen sich zu erwerben im Stande sein; in diesem Sinne erlaube ich mir dasselbe den Fachcollegen vorzulegen, da es ausser den ophthalmoscopischen Explorationen pathologischer Fälle, also der Verwendung beim klinischen Unterricht, auch physiologisch-optische Untersuchungen verschiedener Art in bequemster Weise vorzunehmen gestattet.

Bevor ich zur genauen Beschreibung des Instrumentes gehe, sei mir erlaubt, den Verlauf der Untersuchungen, welche zu der Construction desselben führten, in Kürze darzulegen.

Bei Gelegenheit der im Sommer 1877 mit Professor Wilhelm von Bezold ausgeführten Arbeit über die Fluorescenz der lebenden Netzhaut*) wurde behufs der ophthalmoscopischen Beobachtung des Spectrums auf der Netzhaut eine Reihe verschiedener Aufstellungen der optischen Apparate in Anwendung gezogen. Es wurden bei diesen Versuchen mancherlei Gesichtspunkte und Erfahrungen gewonnen, deren weitere Verfolgung mir im rein ophthalmologischen Interesse nicht ohne Bedeutung schien. Hieraus entsprang die vorliegende Untersuchung, als deren Ergebniss das in dem Folgenden beschriebene Instrument zu betrachten ist.

Bei den vorhin genannten Untersuchungen sowohl, als bei einer weiteren Reihe von Versuchen über die ophthalmoscopische Sichtbarkeit des Optogramms auf der lebenden Netzhaut, die zur Zeit noch nicht vollkommen abgeschlossen sind, wurde zuerst die ophthalmoscopische Untersuchung im umge-

*) S. Berichte der k. b. Academie der Wissenschaften zu München. 1877.

kehrten Bilde in der üblichen Weise vorgenommen; Spiegel und Convexlinse hielt der Beobachter frei in der Hand. Bald jedoch erschien es in Rücksicht auf verschiedene Verhältnisse, welche zur möglichsten Reinheit der Beobachtung nicht unerheblich beitragen, geboten, mit feststehender Anordnung der Apparate zu arbeiten. Es zeigte sich nun, dass es auch bei feststehenden Apparaten, besonders, wenn sie rasch nacheinander von verschiedenen Beobachtern benützt werden sollen, sehr wünschenswerth sei, das Auge des Beobachters nicht an eine ganz bestimmte Stelle zu fesseln, wie dies bei den belegten, im Centrum durchbohrten Spiegeln der Fall ist, und ihm so gewisse Accommodationsanstrengungen zuzumuthen, sondern dem Kopfe des Beobachters möglichste Freiheit der Bewegung zu wahren.

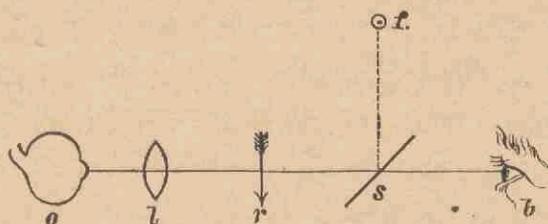
Diese Erwägung gab Anlass, das Helmholtz'sche Prinzip der Benützung unbelegter Glasplatten als Spiegel wieder in Anwendung zu bringen und dasselbe für die Beobachtung im umgekehrten Bilde zu verwerthen.

Durch die Verwendung unbelegter Glasplatten wird zunächst ermöglicht, dass verschiedene Beobachter nacheinander das in derselben Ebene verharrende Netzhautbild deutlich wahrnehmen können, ohne zu besonderen Accommodationsanstrengungen gezwungen zu sein, indem sie nur ihr Auge in die entsprechende Entfernung zu bringen haben, deren Wahl in diesem Falle vollkommen freisteht.

Ein einfacher, bekannter Versuch setzt uns in den Stand, den erwähnten Vorzug der Verwendung unbelegter Glasplatten zur Anschauung zu bringen und zu beweisen.

Stellt man eine planparallele Glasplatte, auf welche das Licht einer seitlich stehenden Lampenflamme fällt, in einem Winkel von etwa 45° in beliebiger Entfernung — nehmen wir etwa 50 cm. an — einem Auge gegenüber und blickt durch die Glasplatte nach dem Auge, so sieht man nach bekannten Gesetzen die Pupille jenes Auges als roth leuchtende Scheibe. Bringt man nun eine Convexlinse, wie wir sie gewöhnlich zur Augenspiegeluntersuchung im umgekehrten Bilde benutzen, zwischen Auge und Glasplatte, so dass die Ebene der Pupille im Brennpunkte der Linse steht, so sehen wir das umgekehrte reelle Bild des Augenhintergrundes deutlich, und zwar entsteht das Bild in einer Ebene zwischen Spiegel und Linse, wie nachstehendes Schema zeigt:

Fig 1.



in welchem *b* das Auge des Beobachters, *o* das zu untersuchende Auge, *l* die Linse, *s* den Spiegel, *r* die Bildebene, *f* die Lichtflamme bedeutet.

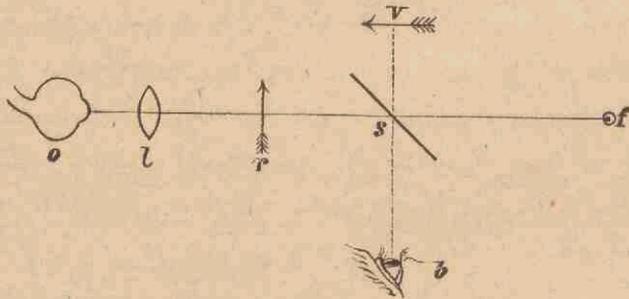
Nimmt man nun zu diesem kleinen Versuch eine Linse von 6 bis 8 cm. Brennweite und einer Apertur von 3,5 cm., wie sie gewöhnlich bei den Augenspiegeluntersuchungen Anwendung findet, so erhält man ein verhältnissmässig kleines Bild, dessen Grösse bekanntlich durch die Apertur der Linse begrenzt ist.

Benützen wir Linsen von grösserer Apertur, z. B. von 6 Cm., so können wir schon auf diese Weise sehr schöne, leicht aufzufassende Bilder gewinnen. Allein die Grösse der Apertur der Linsen und die Stärke der Brennweite haben ihre auf die Wahl derselben bestimmend wirkende Grenzen, auf deren Betrachtung ich später noch zurückkommen werde.

Dieser Versuch, das Augenspiegelbild zu sehen, kostet dem Beobachter durchaus keinerlei Anstrengung; er hat weder von seinem Accommodationsvermögen eine besondere Leistung zu fordern, noch ist er hinsichtlich seines Refraktionszustandes im Geringsten beschränkt oder gebunden. Durch leichte Vor- und Rückwärtsbewegungen, sowie seitliche Verschiebungen des Kopfes findet man rasch die Ebene des Bildes.

Durch eine kleine Abänderung kann man diese Anordnung so umgestalten, dass man ein virtuelles Bild erhält, welches man mit wenig Mühe auf einer grauen oder schwarzen in der entsprechenden Ebene aufgestellten Tafel zeichnen kann. Das Schema sieht dann folgendermassen aus:

Figur 2.



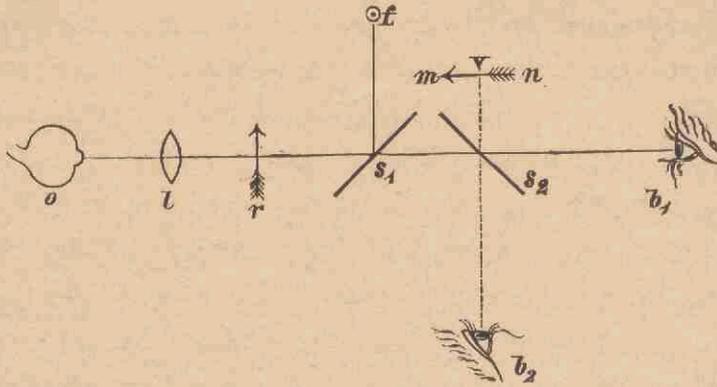
Das bei R entstandene reelle umgekehrte Bild wird hier als virtuelles durch den Spiegel s nach v geworfen, wo es auf einem Schirm aufgefangen und gezeichnet werden kann.

Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass man bei dieser Anordnung ein Doppelbild erhält, welches die Reinheit des Bildes etwas beeinträchtigt, da die planparallele Glasplatte zwei spiegelnde Flächen hat; man kann diesem unvermeidlichen Uebelstand abhelfen, indem man an Stelle der planparallelen Glasplatte eine Platte aus rothem Glas verwendet. Hiedurch erscheinen dann in dem von der Rückfläche herrührenden Bilde die Netzhautgefäße auf einem nahezu der Gefässfarbe gleichfarbigen Grunde und das von dieser Oberfläche des Glases gespiegelte Bild kommt gar nicht in Betracht.

Einer weitem Modification dieser einfachen Aufstellung möchte ich noch erwähnen, welche ebenfalls zum Zeichnen des Bildes sich eignet, zugleich aber die Möglichkeit bietet, dass das Bild von zwei Beobachtern betrachtet werden kann. Diese Anordnung ist von der zuersterwähnten nur dadurch verschieden, dass man an die planparallele Glasplatte eine zweite in einem Winkel von 45° aufstellt; der eine Beobachter, dessen Auge im Schema mit B bezeichnet ist, nimmt auf dieselbe Weise wie bei der ersten Anordnung das reelle umgekehrte Bild wahr, während der Andere, B_2 , dessen durch den Spiegel S_2 entworfenen Spiegelbild in der Ebene mn beobachten und auf einen dort aufgestellten Schirm nachzeichnen kann.

Das Schema dieses Versuchs stellt sich in folgender Weise dar:

Fig. 3.



Selbstverständlich bedingen die wiederholten Reflexionen bei dem Zustandekommen des virtuellen Bildes eine Schwächung des Lichtes, so dass der Augenhintergrund bei Verwendung der beiden letzterwähnten Anordnungen nicht so hell und kräftig erscheint als bei der directen Beobachtung des reellen Bildes.

Bei diesen drei Versuchen gewinnen wir, wie schon angedeutet, mit Linsen von grosser Apertur, einer Apertur von etwa 6 cm., ungemein reine, grosse und deutliche Bilder, welche ein sehr grosses Stück der Netzhaut überblicken lassen.

Untersuchen wir am menschlichen Auge, so sind wir gewohnt, Linsen von 6 bis 8 cm. Brennweite und 3,5 cm. Apertur zu verwenden und wir erhalten dann ein dieser Apertur entsprechendes Gesichtsfeld. Wollen wir aber ein grösseres Gesichtsfeld erzielen und ein möglichst grosses Stück des Augenhintergrundes der Beobachtung auf einmal erschliessen, so müssen wir zu Linsen von grösserer Apertur greifen. Da nun Linsen von grosser Apertur und sehr kurzer Brennweite nicht zu beschaffen sind, so kann man der Forder-

ung eines grossen Gesichtsfeldes nur dadurch entsprechen, dass man zwei Linsen von grosser Apertur und grösserer Brennweite combinirt und dieselben eine Linse von kurzer Brennweite repräsentiren lässt. Wenn wir nun aber eine derartige Combination zweier Linsen zwischen Auge und Spiegel anbringen, so entsteht von denselben eine Menge störender Reflexe, welche jede reine Beobachtung des Bildes hindern. Wir können zwar zum Theil diese Reflexe entfernen, wenn wir den Linsen eine schiefe Stellung geben; doch abgesehen davon, dass trotzdem noch ein erheblicher Theil zurückbleibt, geschieht diese Besserung auch auf Kosten der Grösse der beleuchteten Fläche, der Centrirung und der Deutlichkeit des Bildes.

Hier zeigt sich nun der zweite grosse Vorzug der Benützung einer unbelegten Glasplatte als Spiegel dadurch, dass wir dieselbe dicht vor dem beobachteten Auge anbringen und die Linsencombination hinter dem Spiegel, zwischen diesem und dem Auge des Beobachters aufstellen können. Hiedurch werden mehrfache Vortheile für die Beobachtung erreicht.

Erstens werden die störenden Reflexe, die sonst an den Linsenflächen entstehen, vollkommen vermieden und man muss, um dieselben zu vermeiden, die Centrirung nicht aufgeben. Sodann ist man im Stande durch Annähern oder Abrücken der dem Auge des Beobachters zunächst stehenden Linse sowohl die Grösse der gleichzeitig übersehenen Netzhautparthie als auch die Vergrösserung des ophthalmoscopischen Bildes innerhalb weiter Grenzen zu verändern. Es wird hiedurch dem Beobachter grössere Unabhängigkeit von Anspan-

ungen der Accommodation sowie Freiheit in der Wahl der Stellung des beobachtenden Auges gewährt.

Bei dieser Aufstellung einer Linsencombination zwischen Spiegel und Auge des Beobachters bleiben nur noch zwei Reflexe zu bekämpfen: das von der Rückfläche, d. h. der dem beobachtenden Auge zugekehrten Fläche der unbelegten Glasplatte gespiegelte Bild jener Gegenstände, welche von dem direkt durch das Glas hindurchgehenden Lichtkegel beleuchtet werden, und endlich der hartnäckigste unter allen, der Hornhautreflex im beobachteten Auge.

Dieser letztere lässt sich natürlich nie ganz vermeiden, höchstens durch Anwendung polarisirten Lichtes etwas vermindern; durch die Einschaltung eines Nicol'schen Prisma's, welches diesen Zweck erfüllen würde, wird aber die Lichtstärke des Bildes so erheblich beeinträchtigt, dass von derselben für unsere Zwecke nicht wohl Gebrauch zu machen ist. Es wird sich später zeigen, wie bei unserem Instrument der Hornhautreflex durch eine mittelst leichter seitlicher Verschiebung des die Linsen tragenden Rohres bewirkte geringe Schiefstellung der Linsen (ohne Beeinträchtigung der Reinheit und Grösse des Bildes) fast vollkommen, wenigstens bis auf eine ganz schmale mondsichelförmige Figur, welche man an die Peripherie des Gesichtsfeldes legen kann, unschädlich gemacht ist.

Die Beseitigung des von der Rückfläche der Glasplatte reflectirten Lichtes, welches sich als trüber Schein in verschiedenen Ebenen — je nach der Reflexionsfläche — über das Bild legte, war wohl die schwierigste Aufgabe, die überwunden werden musste, da sich dieses Licht anfänglich auch bei Anwendung der vollkommensten Dunkelkammer und trotz

der Anordnung des spiegelnden Apparates in einem innen geschwärzten Kasten immer noch wie ein grauer, undurchsichtiger Schleier über das Netzhautbild legte und jede scharfe Beobachtung unmöglich machte.

Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es endlich durch die Anwendung mehrfacher Reflexionen an passend aufgestellten schwarzen Spiegeln die genannten Reflexe vollständig aus der Bahn des wirkenden Lichtkegels zu entfernen.

Jetzt erst konnte der Vervollkommnung des eigentlichen optischen Apparates ungetheilte Aufmerksamkeit zugewendet werden.

Vor Allem war hiebei das Streben darauf gerichtet, ein möglichst grosses Netzhautstück mit einem Schläge zu überblicken. Wir wissen, dass man dies bei der Untersuchung im umgekehrten Bilde durch Anwendung möglichst starker Linsen erreicht. Solche Linsen haben aber, wie bereits früher erwähnt, geringe Aperturen und bieten desshalb dem Beobachter nur ein geringes Gesichtsfeld, so dass man hinsichtlich der Grösse des übersehenen Netzhautstückes bei der Verwendung einfacher Linsen bald an einer nicht mehr überschreitbaren Grenze ankommt.

Anders verhält es sich, wenn wir Linsencombinationen in Anwendung ziehen. Es ist hier leicht möglich, zwei Linsen von grösserer Brennweite und grösserer Apertur zu benützen, welche doch in ihrer Gesamtwirkung eine einzige von geringer Brennweite repräsentiren, und auf diese Weise kann der Zweck,

mit einem Blick ein möglichst grosses Netzhautstück zu sehen, erreicht werden. Es lässt sich dies bei der genannten Aufstellung der Linsen hinter der spiegelnden Glasplatte zwischen dieser und dem Auge des Beobachters, bei welcher die Oberflächen der Linsen keine störenden Reflexe mehr liefern können, in bequemer Weise erzielen, und wurden die Vortheile dieser Anordnung bei der Construction des vorliegenden Instrumentes benützt.

Diese ist die erste der bei der neuen Form des Augenspiegels in Anwendung gebrachten Methoden.

Mit Hülfe derselben kann man mindestens ein ebenso grosses, wenn nicht noch grösseres Stück der Netzhaut mit einem Blick übersehen, als es sogar bei der Untersuchung im aufrechten Bilde möglich ist, und wir würden durch die Wahl einer Combination von Linsen kürzerer Brennweite das Gesichtsfeld des übersehenen Stückes noch erheblich grösser gewinnen können, wenn wir im Stande wären, eine grössere Netzhautparthie mit einem Male zu beleuchten; die Grenze, die uns in dieser Richtung gesteckt ist, wird durch den Umstand bedingt, dass mit der Grösse des beleuchteten Stückes auch die des Hornhautreflexes zunimmt, welcher schliesslich die ganze Pupille verdeckt und kein Durchsehen mehr gestattet. Die beiden Linsen spielen, wie wir sehen, bei der ebenbeschriebenen Methode die Rolle einer einzigen stärkeren Linse, aber von so grosser Apertur, wie sie bei solcher Stärke nicht erreichbar wäre.

Wir können aber noch eine andere Anordnung der beiden Linsen wählen, aus welcher sich eine zweite Methode der Untersuchung ergibt. Bei dieser ist zwar das Netzhautstück,

welches auf einmal übersehen wird, nicht so gross als bei der ersteren, dagegen wird bei sehr starker Vergrösserung ein sehr grosses Bild erzeugt.

Man erreicht dies dadurch, dass man die Linsen in solche Entfernung von einander aufstellt, dass das von der ersten Linse entworfene reelle Bild zwischen beide Linsen zu liegen kommt. Die zweite Linse dient als Loupe zur Betrachtung dieses Bildes, ganz ähnlich, wie diess bei dem Ocular an einem zusammengesetzten Microscop der Fall ist. Während die Linsen bei der ersterwähnten Methode ganz nahe bei einander stehen und der Zwischenraum zwischen beiden nur 2,5 cm. beträgt, rücken wir für die zweite Art der Untersuchung die dem Auge des Beobachters zunächst stehende Linse soweit gegen das beobachtende Auge zu, dass eine Entfernung von 5 bis 20 cm. zwischen Beiden liegt.

Es ist leicht ersichtlich, dass wir in den verschiedenen Stellungen der beiden Linsen zu einander die Grenzpunkte eines Spielraums vor uns haben, innerhalb dessen wir uns das Augenspiegelbild in den gegenseitigen Beziehungen der Vergrösserung zu der Grösse des beobachteten Netzhautstückes vorführen können. Die erstgenannte Methode wird zu wählen sein, wenn im Interesse des Gesamtüberblicks ein möglichst grosses Stück des Augenhintergrundes übersehen werden soll; die zweite wird sich empfehlen, wenn es uns darum zu thun ist, Details bei möglichst starker Vergrösserung zu beobachten.

Es dürfte nicht unpassend scheinen, hier eine schematische Darstellung der eben erwähnten Methoden der Untersuchung

einzufigen. Das äusserst instructive Experiment, welches diesem Zwecke dient, ist folgendes:

Stellen wir einen in Millimeter getheilten Massstab auf. Derselbe soll uns die Netzhaut darstellen. Vor diesen setzen wir eine Linse von 6,8 cm. Brennweite in der Entfernung ihrer Brennweite. Wir haben nun Netzhaut und Linse des zu untersuchenden Auges als Phantom vor uns. Vor die Linse bringen wir ein Diaphragma von 8 mm. Durchmesser. Diese Oeffnung stellt die Oeffnung der Pupille vor. Nun setzen wir vor dieses System eine planconvexe Linse von 12 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur, in einer Entfernung von 8 cm. vor die Ebene der Pupille. Diese entwirft das umgekehrte reelle Bild des die Netzhaut repräsentirenden Theils des aufgestellten Massstabes, so dass 4 bis 5 Theilstriche sichtbar sind. Setzen wir in eine Entfernung von 2,5 cm. eine zweite, biconvexe, Linse von 15 cm. Brennweite und ebenfalls 6 cm. Apertur, so zeigt sich uns in überraschender Weise ein Bild, welches die Linse von 6 cm. Durchmesser vollständig auszufüllen scheint und aufs Bequemste die Wahrnehmung von etwa 40 bis 42 Theilstrichen gestattet; rücken wir nun diese Linse gegen unser beobachtendes Auge zu, so werden wir, wenn dieselbe z. B. 10 cm. von der ersteren entfernt steht, 35, wenn die Entfernung 15 cm. beträgt, nur 27 Theilstriche und wenn beide Linsen 20 cm. von einander stehen, nur 21 Theilstriche beobachten. Es wächst also bei gleichbleibendem Gesichtsfeld die Grösse des übersehenen Stückes des Augenhintergrundes zugleich mit der Abnahme der Vergrösserung, und umgekehrt nimmt die Vergrösserung zu mit Abnahme der Ausdehnung der übersehenen Parthie des Augenhintergrundes.

Weit frappanter wird dieses Experiment, wenn man statt eines Maasstabes einen Abschnitt aus den bekannten Testtypes von Snellen als Netzhautphantom benützt. Wählt man z. B. von den Absätzen in deutscher Sprache den auf der ersten Seite stehenden, der mit den Worten: »um die alten Schornsteine flatterten« beginnt, so sieht man, wenn man sein Auge in eine grössere Entfernung gebracht hat, durch die kleine Oeffnung des Diaphragma's nur einige Buchstaben eines Wortes deutlich. Stellt man z. B. auf das Wort »erkannte« ein, so können innerhalb des Diaphragmas (des Pupillen-Phantoms) mit Anwendung der einzigen Linse von 12 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur nur die Buchstaben »erka« wahrgenommen werden. Fügt man nun diesem System die zweite Linse von 15 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur hinzu, indem man dieselbe in eine Entfernung von 2,5 cm. von der ersten aufstellt, so erscheint sofort die ganze Linse mit Druckschrift ausgefüllt, und wir lesen einen grossen Theil des betreffenden Absatzes. Die Schrift erscheint natürlich vergrössert. Je weiter man die Linsen von einander entfernt, so dass der Zwischenraum zwischen beiden 5, 10, 15 cm. beträgt, desto weniger Text bekommt man zu lesen; dagegen erscheinen die Buchstaben um so grösser, je weniger Worte wir überblicken.

In Figur 4 ist versucht, diese Verhältnisse schematisch darzustellen; der innerste Kreis zeigt die übersehenen Buchstaben »erka« bei Anwendung der einzigen Linse; der mittlere gibt die Grösse des übersehenen Stückes der Schrift bei einem Zwischenraum von 10 cm. zwischen beiden Linsen, während die grösste äusserste Kreislinie das einschliesst, was man übersehen kann, wenn beide Linsen 2,5 cm. von einander aufgestellt sind.

Fig. 4.



um die alten Schornsteine flatterten abgelebte Spatzen. Alles sah so todt und doch so frisch aus, wie Salat, der auf einem Kirchhofe wächst. Nur der alte Kurfürst erkannte mich, er stand noch auf dem alten Platz, aber er schien magerer geworden zu sein. Eben weil er immer mitten auf dem Markte stand, hatte er alle Misère der Zeit mit angesehen, und von solchem Anblick wird man nicht fett. Ich war

Um den Gang der Lichtstrahlen bei der Anwendung des vorliegenden Augenspiegels deutlich zu veranschaulichen, habe ich weitläufigen Berechnungen der Construction die Herstellung von Abbildungen vorgezogen, wie sie die beigegebene Tafel in Figur 1 bis 4 enthält. Die Erklärung dieser Figuren ist in Folgendem gegeben:

In Fig. 1, welche $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse entspricht, stellt A das beobachtete, B das beobachtende Auge dar. Die Construction ist für Randstrahlen ausgeführt, so dass die Punkte m und n die Grösse des wirklich übersehenen Netzhautstückes begrenzen. Es ist vorausgesetzt, dass das beobachtete Auge A emmetropisch, auf Unendlich eingestellt ist. Die Maasse sind nach den von Listing für das schematische reduzirte Auge gegebenen Zahlen genommen.

Nach diesen Voraussetzungen treten die von einem Netzhautpunkte kommenden Strahlen parallel aus; man findet deren Richtung, indem man von dem betreffenden Netzhaut-

punkte aus die durch den Kreuzungspunkt der Richtungslinien gehende Gerade zieht.

Die Linse L_1 vereinigt nun diesen Parallelstrahlenbündel in einem Punkte ihrer Brennebene, dessen Lage gefunden wird, indem man eine Parallele zu dem betreffenden Bündel durch den optischen Mittelpunkt der Linse zieht. Es würde also in der Ebene des Brennpunktes F_1 ein umgekehrtes Bild von nm , $M_1 N_1$ entworfen.

Bevor jedoch dieses Bild wirklich zu Stande kommt, werden die Strahlen durch die zweite Linse L_2 ein zweites Mal gebrochen und ist es nach bekannten Regeln leicht möglich, die Lage des nunmehr entstehenden reellen Bildes zu bestimmen. Dieses Bild $M_2 N_2$, welches innerhalb $L_2 F_1$ liegt, ist etwas kleiner als das von L_1 allein entworfene, dagegen laufen aber die Axen der Lichtkegel, welche von L_1 divergirend austreten, nun convergirend gegen das beobachtende Auge zu. Während man bei Anwendung der einzigen Linse L_1 nur ein minimales Stück übersehen würde, zeigt sich nun die ganze Linse L_2 scheinbar von dem vor dem Auge des Beobachters liegenden Bilde $M_2 N_2$ ausgefüllt, welches von dem Zerstreuungsbilde des Pupillarrandes begrenzt und beschränkt ist.

Figur 3 bezweckt die Darstellung der Wirkung der zweiten Methode der Aufstellung der Linsen. Die Zeichnung ist ebenfalls in $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse gefertigt. Es gelten dieselben Voraussetzungen. Die Linie pq zeigt hier die halbe wahre Grösse des übersehenen Netzhautstückes.

Der Unterschied von der in Fig. 1 gegebenen Construction besteht hauptsächlich darin, dass bei der zweiten

Anordnung das Bild $P_1 Q_1$ wirklich zu Stande kommt und seine Lage zwischen den beiden Linsen erhält. Das durch die Linse L_1 in der Brennebene derselben entworfene Bild $P_1 Q_1$ wird hier durch die Linse L_2 nach bekannten Regeln vergrössert, und wir beobachten somit ein virtuelles, aber umgekehrtes, vergrössertes Bild in $P_2 Q_2$.

Zieht man nun hier wieder die äussersten das beobachtende Auge treffenden Lichtkegel in Betracht, so übersieht man leicht, dass hier das übersehene Stück des Augenhintergrundes etwas kleiner ist.

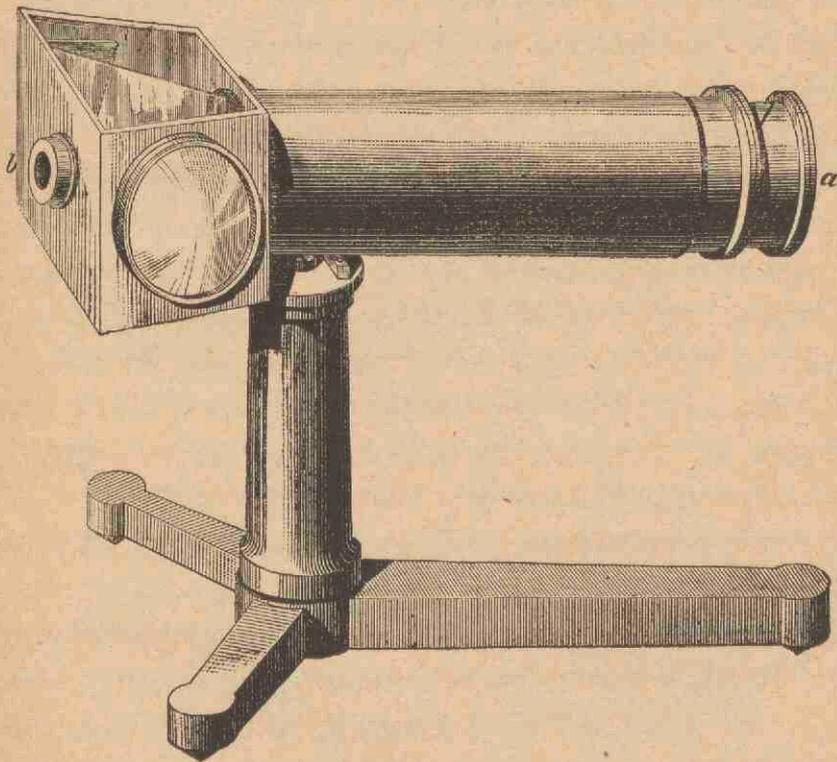
Am Leichtesten erkennt man diese Verhältnisse aus Fig. 2 und 4. In jeder dieser beiden stellt der kleine Kreis (α und α_1) die wahre Grösse des thatsächlich übersehenen Stückes des Augenhintergrundes dar; die nebenstehend gezeichneten ausgezogenen Kreise, welche β und β_1 einschliessen, bringen die Bilder derselben in ihrer wirklichen Grösse zur Anschauung, während die punktirtten Kreise in jeder Figur das bei der anderen Anordnung überblickte Netzhautstück in gleichem (dem Bilde entsprechenden) Maasstab bezeichnen. Das kleine Stück pq würde also bei Benützung der ersten Anordnung den in Fig. 2 punktirt umschriebenen Theil des Bildes einnehmen, während das grössere Stück mn , bei der zweiten Anordnung, im Bilde einen Durchmesser $M_2^* N_2^*$ besässe, wenn nicht diese äussersten Parthien des Bildes über den Rand der Linse hinausfielen und dadurch der Beobachtung entzogen würden.

Der wahre Durchmesser des durch den kleinen Kreis der Fig. 2 gezeichneten Stückes des Augenhintergrundes beträgt $9,1$ mm., der wahre Durchmesser des in Fig. 4 in dem kleinen Kreise dargestellten Theiles $6,3$ mm.; die lineare Ver-

grösserung ist für das in Fig. 2 gegebene Bild eine nahezu fünffache, die für das in Fig. 4 aufgezeichnete Bild eine zwölfwache.

Das Instrument, dessen Abbildung in Fig. 5 gegeben ist und dessen horizontalen Durchschnitt Tafel I, Fig. 5 zeigt, besteht aus

Fig. 5.



einem Kasten von 4 mm. starken Platten aus schwarzgebranntem Messing, in welchem ein 6 cm. im Durchmesser haltendes 25 cm. langes Messingrohr eingefügt ist. Diese den optischen Apparat enthaltenden Theile, der Kasten und das Rohr, ruhen, ersterer durch Schrauben befestigt, letzteres

mit seinem vorderen Theil auf einer schmalen Elfenbeinplatte frei aufliegend, auf einer 1 cm. dicken zungenförmigen Messingplatte, welche wieder auf einer 20 cm. hohen Messingsäule angeschraubt ist; das Ganze trägt ein dreiarmer Fuß aus Eisenguss.*)

Der Kasten, dessen Grundfläche die Form eines Trapezes zeigt, hat eine Höhe von 8 cm., der Zwischenraum zwischen der vorderen und hinteren Wand beträgt 7 cm. Derselbe trägt in seiner vorderen, dem Untersuchungsobjekt zugekehrten Wand eine kreisrunde Oeffnung von 3 cm. Durchmesser, welche für den Gang des von dem Spiegel in das zu untersuchende Auge reflectirten Lichtkegels bestimmt ist. Dieselbe ist von einem 5 mm. hohen Cylinder umgeben, welcher dem zu untersuchenden Auge besonders durch seinen oberen Rand zum Stütz- und Anhaltspunkt dient. In der einen Seitenwand ist die Beleuchtungslinse eingeschraubt. Dieselbe besteht aus zwei dicht an einander liegenden in einer Fassung vereinigten Linsen von je 17 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur. Die dieser gegenüberliegende Wand ist undurchbrochen und an deren Innenfläche ein Theil des nachher zu beschreibenden Absorptionsapparates angebracht. Die hintere, dem Beobachter zugekehrte Wand enthält die Oeffnung zur Aufnahme des Rohres, welches an seinem dem Kasten zugewandten Ende eine planconvexe Linse von 12 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur trägt. Diese Linse entwirft das umgekehrte Bild des Augenhintergrundes. Der Rand dieser Oeffnung ist von Aussen nach Innen schräg abfallend; es wird hiedurch

*) Das Instrument ist in dem physikalisch-mechanischen Institut von Th. Edelmann in München, Briennerstrasse 32, gefertigt, und von demselben um den Preis von 125 Mark zu beziehen.

die Bewegung des Rohres in der horizontalen Ebene ermöglicht.

In dem Kasten nun ist eine viereckige an jeder Seite 7 cm. lange planparallele Glasplatte von 1 mm. Dicke schräg in der Weise aufgestellt, dass ihr vorderer Rand dicht an der Peripherie der in der vorderen Wand beschriebenen Oeffnung zu stehen kommt, während der hintere Rand nahezu die Fassung der Linse erreicht, welche in dem Rohre eingeschraubt, durch die Oeffnung in der hintern Wand innerhalb des Kastens erscheint. Diese Glasplatte steht in einem Winkel von $34\frac{1}{2}^{\circ}$, dem Polarisationswinkel des als Spiegel benützten Glases, zu der Längsaxe des Rohres, und zwar aus Gründen, die unten ihre Erörterung finden sollen. Die Stellung der Glasplatte ist dadurch fixirt, dass sie an der vorderen Wand durch einen Falz und an der hinteren Wand durch zwei, in dem Boden des Kastens befestigte Stiftchen, zwischen welchen sie eingeschoben wird, festgehalten ist. Der Kasten ist ausserdem noch mit einer genau schliessenden Deckplatte versehen, an deren inneren Fläche sich eine kleine Feder befindet, welche die Platte auch von oben nach unten fixirt.

Ferner finden sich in dem Kasten noch drei schwarze Spiegel, welche dazu dienen, das von der Rückfläche der Glasplatte reflectirte Licht zu absorbiren und die Störung durch Reflexe unmöglich zu machen. Diese Spiegel sind nicht schwarze Spiegel im Sinne der im Handel vorkommenden sogenannten Malerspiegel, welche dadurch hergestellt werden, dass weisses gewöhnliches Glas durch Aufkleben schwarzen Papiers oder Aufstreichen schwarzen Lackes zu einem Spiegel gemacht wird, sondern es sind möglichst planparallele Platten

aus durchaus schwarzgefärbtem Glas. Während die Versuche mit den erwähnten sogenannten Malerspiegeln ganz ungenügend sich erwiesen, indem sie noch viel zu starke Reflexe zurückwarfen, gelang es bei der Anwendung dieser wirklich schwarzgefärbten Glasplatten ganz vollkommen, alle Reflexe zu beseitigen. Jedoch war selbst bei diesen eine ungemein genaue Bestimmung der Stellung der Platten erforderlich, welche nur durch oft wiederholtes, grosse Ausdauer und Geduld beanspruchendes Experimentiren gefunden werden konnte. Die Stellung dieser schwarzen Spiegel ist so ausserordentlich empfindlich, dass eine geringe Abweichung, eine minimale Bewegung derselben genügt, sofort wieder Reflexe erscheinen zu lassen.

Die zunächst der als Spiegel benützten durchsichtigen Glasplatte aufgestellte schwarze Platte hat die Form eines unregelmässigen Vierecks; dieselbe hat eine Höhe von 7,4 cm.; ihr der vordern Wand des Kastens zugeneigter Rand ist 7,5 cm. lang, der nach der Rückwand zu sehende Rand 7,4 cm., der obere Rand 3,8 und der untere 4,5 cm. lang. Mit dem untern Rand ruht dieselbe in einer durch 2 schmale Messingleisten gebildeten Rinne auf dem Boden des Kastens; ihr vorderer Rand legt sich, da er entsprechend schief geschnitten ist, an die Leiste, welche den Falz an der vordern Wand zur Aufnahme der Spiegelplatte bildet, knapp an, und wird am obern Theil der Vorderwand des Kastens durch einen kleinen, vorstehenden Stift gestützt. Durch diese Richtpunkte, erstlich die Rinne am Boden, dann die genannte Leiste und den Stift, ist ihr die geeignete Stellung bestimmt und wird überdiess durch eine kleine Feder an der Deckelplatte ihre Fixation noch vervollständigt. Sie steht also nach dem Gesagten in einer gegen die Axe des Instruments geneigten Ebene.

Auf diese so aufgestellte schwarze Platte trifft nun das direkt von der Beleuchtungslinse aus durch die als Spiegel verwendete Glasplatte hindurch gehende Licht; es wird von derselben fast vollständig absorbiert, und um zu bewirken, dass Licht, was doch noch durch dieselbe hindurchginge, möglichst wenig Reflexe verursachen könnte, wurden die beiden andern schwarzen Spiegel noch aufgestellt, und zwar als viereckige, 6 cm. hohe und 2,5 cm. breite Platten an den Theilen der vorderen und der undurchbrochenen Seitenwand des Kastens, welche den spitzen Winkel zusammen bilden, angebracht. Durch diese Vorrichtung wird nun der grösste Theil des Lichtes absorbiert und der geringe Reflex, welcher unvermeidlich ist, wird durch die geneigte Stellung der ersten schwarzen Glasplatte auf den Boden des Kastens geworfen, wo er ausserhalb des wirkenden Lichtkegels liegt und keine Beeinträchtigung der Helligkeit und Deutlichkeit des Bildes mehr veranlassen kann.

Das Rohr, welches, wie bereits erwähnt, eine Länge von 25 cm. und einen Durchmesser von 6,6 cm. hat, trägt an seinem vorderen Ende eine planconvexe Linse von 12 cm. Brennweite. Dasselbe ist so in den Kasten eingefügt, dass eine geringe Bewegung in der horizontalen Ebene ermöglicht ist; die Linse ragt soweit in den Kasten herein, dass die Entfernung ihrer vorderen Oberfläche von der Oeffnung in der vorderen Kastenwand 6 cm. beträgt.

In diesem Rohre ist ein zweites verschiebbares Rohr von 23 Cm. Länge angebracht, welches an seinem vordern Ende die zur Vergrösserung des von der ersten Linse entworfenen umgekehrten Bildes bestimmte biconvexe Linse trägt, eine Linse von 15 cm. Brennweite und 6 cm. Apertur.

Die auf Seite 23 beschriebene Stellung der spiegelnden Glasplatte in dem Polarisationswinkel des Glases von $34\frac{1}{2}^\circ$ soll nun hier ihre Begründung finden, da sie im Zusammenhang mit einer am Spiegel angebrachten Vorrichtung steht, welche gestattet, das Augenspiegelbild bequem zu zeichnen. Ein drittes Rohr nämlich, welches auf der Figur 5 als der dem Buchstaben b zunächst stehende Theil gezeichnet ist, ist in dem zweiten Rohr verschiebbar. Dieses Rohr besitzt eine Länge von 16 cm.; in dessen nach Oben gekehrter Fläche sind zwei Oeffnungen eingeschnitten, eine runde von 4,2 cm. Breiten- und 4,4 Längen-Durchmesser, und eine spaltförmige in Form einer Ellipse, von 4 mm. Breite. Letztere ist in einer Entfernung von 1,7 cm., erstere in 2,6 cm. von dem dem Beobachter zugekehrten Ende des Rohres angebracht. Die spaltförmige Oeffnung dient zur Aufnahme einer Glasplatte, und ist die Ebene des elliptischen Einschnittes derart gewählt, dass die in dieselbe eingelegte Glasplatte ebenfalls in dem Winkel von $34\frac{1}{2}^\circ$ zur Längsaxe des Instrumentes steht. In der untern Fläche des Rohres befindet sich ebenfalls eine runde Oeffnung von 4,5 cm. Durchmesser, deren Entfernung vom vorderen Ende des Rohres 4 cm. beträgt. Legt man nun diese Glasplatte ein und zieht das Rohr soweit aus, dass die runde Oeffnung noch ganz ausserhalb des Endes des zweiten Rohres zu liegen kommt, und blickt man von oben herab durch die runde Oeffnung, so sieht man das von der Glasplatte durch die Oeffnung in der untern Fläche des Rohres reflectirte Bild des Augenhintergrundes auf der Tischfläche und kann dasselbe sofort nachzeichnen. Dasselbe erscheint in Folge der mehrfachen Reflexionen in geringerer, aber zum Beobachten völlig ausreichender Lichtstärke.

Auch hier hat man, wie bei dem auf Seite 9 beschriebenen Versuche mit einem Doppelbild zu kämpfen, dessen Beseitigung durch Einlegung eines planparallelen rothen Glases an Stelle der planparallelen Platte, oder durch Benützung eines leicht keilförmigen, nicht planparallelen Glases erzielt werden kann. Diese Zeichnungsvorrichtung vervollständigt das Instrument, wie wir sehen, zu einem Polarisations-Apparat, in welchem der im Kasten befindliche Spiegel als Polarisator, der in dem elliptischen Spalte angebrachte als Analysator dient. Man hat also bei der Beobachtung des zum Zeichnen dienenden Bildes auch die Vortheile, welche die Untersuchung im polarisirten Lichte darbietet, in einfacher Weise erreicht. Diese bestehen vorzüglich in grösserer Reinheit des Bildes und in der leichteren Beobachtung der Niveauverhältnisse.

Ich erwähne hier dieser Vorrichtung zum Zeichnen des Bildes eigentlich nur der Vollständigkeit halber, um keinen der mit dem neuen Instrument gemachten Versuche unbeachtet zu lassen, möchte jedoch eine nähere Beschreibung dieses Versuchs und eine weitere Verbesserung desselben einer weiteren Mittheilung vorbehalten wissen.

Nach dieser detaillirten Beschreibung des Instrumentes bleiben noch einige Worte zu sagen über die Beleuchtung und über die Anwendung desselben.

Als Beleuchtungsquelle kann man die Flamme einer Gas- oder Petroleumlampe benutzen. Will man Letzteres, so rathe ich, falls man eine Petroleumlampe mit Rundbrenner verwendet, einen von Messingblech gearbeiteten Schlot über den Cylinder

zu setzen, welchem 3 cm. von dem einen Ende ein 3 cm. langer Cylinder in rechtem Winkel angefügt ist, der in seiner vorderen Oeffnung eine Linse von etwa 3—4 cm. Brennweite und 3,5 cm. Durchmesser trägt. Versäumt man diess, so bekommt man, da die Lampenflamme in Folge der Form der gebräuchlichen Glascylinder sehr rasch in eine schmale Spitze ausläuft, keine leuchtende Scheibe als Lichtquelle, sondern ein schmales, streifenförmiges Lichtbild, das für unsere Zwecke nicht wohl zu verwenden ist. Eine durch einen sogenannten Spaltbrenner gebildete Petroleumflamme genügt schon eher bei entsprechender Grösse als Lichtquelle, doch ist auch hiebei die Wirkung eine viel bessere, eine concentrirtere, wenn wir die genannte Sammellinse benützen.

Hat man eine Gasflamme zur Verfügung, so erscheint es zweckmässig, über den Glascylinder einen Thoncylinder zu setzen, in welchem sich eine runde Oeffnung von 4 cm. Durchmesser befindet; durch diese lässt man das Licht austreten; man hat hiebei den Vortheil, eine concentrirtere Wirkung des Lichtes durch Abblenden der ausser dem nothwendigen Strahlenkegel austretenden Lichtstrahlen zu erzielen.

Die Aufstellung der Lichtflammen geschieht bei Gasflammen am besten in einer Entfernung von 40 cm. von der Oberfläche der Beleuchtungslinse und es soll der Lichtkegel senkrecht auf die Ebene, in welcher die Beleuchtungslinse angebracht ist, auffallen. Ist diess der Fall, so trifft der Strahlenbüschel die spiegelnde Glasplatte in einem Winkel von $34\frac{1}{2}^\circ$ in demselben Winkel, in welchem die spiegelnde Platte zu der Axe des Instrumentes steht, also in einer Richtung, die, wie oben erwähnt, für die Polarisation des Lichtes geeignet ist.

Die Anwendung des Instrumentes ist ausserordentlich einfach: die Aufstellung desselben ergibt sich von selbst. Nach Einstellung der Beleuchtung nimmt der zu Beobachtende vor der in der Vorderwand des Kastens angebrachten Oeffnung Platz, und legt das zu untersuchende Auge so an den diese Oeffnung umgebenden vorstehenden Cylinder (b), dass der obere Orbitalrand an dem oberen Rand des Cylinders eine Stütze findet.

Der Patient muss nun angewiesen werden, das Auge in diejenige Stellung zu bringen, in welcher er innerhalb des Kastens eine helle, gelbröthlich leuchtende Scheibe wahrnimmt. Sobald diess erreicht ist, kann der Beobachter versichert sein, dass das von ihm zu übersehende Stück des Augenhintergrundes vollständig beleuchtet ist, und zur Beobachtung übergehen. Man lässt behufs der leichteren Orientirung zunächst den Patienten das Auge etwas nach der Medianlinie des Kopfes zu bewegen, wodurch die Region des Sehnervenquerschnittes ziemlich in die Mitte des Gesichtsfeldes zu liegen kommt. Man überblickt nun den Sehnerveneintritt und die Verbreitung der Gefässe in grosser Ausdehnung. Sodann kann man leicht, wenn man peripherischer gelegene Parthien noch einer genaueren Untersuchung unterziehen will, das beobachtete Auge Bewegungen nach innen, aussen, oben oder unten vornehmen lassen, und hiedurch das ganze Gebiet des Augenhintergrundes, welches überhaupt zu sehen möglich ist, sich vorführen; immer behält man ein grosses Bild flächenartig vor sich, so dass man, wenn man nach allen vier Richtungen Bewegungen des Auges hat ausführen lassen, den ganzen überhaupt sichtbaren Augenhintergrund durchmustert hat.

Der Beobachter sitzt dem zu Untersuchenden gegenüber und bringt sein Auge vor die Oeffnung des Rohres (Fig. 5, a).

Man beginnt die Untersuchung am Zweckmässigsten, indem man aus grösserer Entfernung das vergrösserte Bild der leuchtenden Pupille und der Iris aufsucht und dann das Auge allmählig dem Apparat näher bringt. Hierbei sieht man die rothe Scheibe sich immer mehr vergrössern, die Iris verschwindet mehr und mehr, und es ist sehr leicht die Stelle zu finden, in welcher das ganze Gesichtsfeld vom Bilde ausgefüllt ist; man kann sodann durch geeignete leichte Bewegungen des Kopfes oder Verschiebungen des Rohres in der Horizontalebene den Hornhautreflex bei einer bestimmten, jedoch äusserst empfindlichen Stellung des Kopfes ganz, jedenfalls aber soweit beseitigen, dass man das ophthalmoscopische Bild hell und deutlich vor sich hat.

Bei weiter, oder durch Atropin erweiterter Pupille macht diese Untersuchung dem Beobachter nicht die geringste Schwierigkeit; die Beleuchtung ist vollkommen genügend. Der übrigbleibende Rest des Reflexes auf der Hornhaut kann leicht, wie schon früher erwähnt, an den Rand des Gesichtsfeldes verlegt werden, wo er als mondsichelförmige Figur erscheint. Da die Stellung des beobachtenden Auges, wenn auch dieser Rest des Reflexes ganz vermieden werden soll, wie gesagt, eine sehr empfindliche ist und vielleicht von manchem Beobachter, besonders von Anfängern, nicht sofort festgehalten werden kann, so empfiehlt sich, durch leichte Bewegungen des Kopfes diese, den Totaleindruck und die Auffassung des Bildes übrigens nicht störende Figur an der ganzen Peripherie des Bildes herumwandern zu lassen, so dass das Bild in seiner ganzen Ausdehnung der Beobachtung und Beurtheilung erschlossen wird.

Die Untersuchung von Augen mit sehr enger Pupille ist

nicht so einfach, einmal wegen der geringeren Lichtstärke, und dann wegen des Hornhautreflexes, der hier, da er im Verhältniss zu der engen Pupille weit grösser ist, nicht auf dieselbe Weise wie bei einer weiten Pupille sich eliminiren lässt. Jedoch lässt sich durch eine zweckentsprechende Vorrichtung auch bei ganz enger Pupille erreichen, das ganze Feld, das auf Einmal bei weiter Pupille zu beobachten ist, nach und nach zu übersehen, dasselbe also gleichsam vor unserem Auge vorüberziehen zu lassen. Man setzt zu diesem Zweck ein Diaphragma vor die Beleuchtungslinse. Ich habe zwei Formen von Diaphragmen in Anwendung gebracht, die beide den an sie gestellten Forderungen Genüge leisten; das eine besteht aus einer Scheibe von schwarzem Blech in der Grösse der Beleuchtungslinse, in welche eine kreisrunde $2\frac{1}{2}$ cm. Durchmesser haltende Oeffnung excentrisch eingeschnitten ist; das zweite wird durch einen vertikalen 5 mm. breiten Spalt dargestellt, welcher in einer der Ebene der Beleuchtungslinse parallelen Ebene zwischen zwei Schienen verschiebbar ist. Beide sind mit einem Randtheil versehen, mittels dessen sie über die Fassung der Beleuchtungslinse aufgesteckt werden können.

Durch jedes dieser Diaphragmen wird nur ein beschränktes Bild des Augenhintergrundes beleuchtet; man kann aber durch Verschieben der Oeffnungen eine ganze Reihe kleinerer Theile nach einander beleuchten, so dass man schliesslich doch den ganzen sichtbaren Augenhintergrund durchmustert hat. Das runde Diaphragma verschiebt man in einer Kreislinie, deren Mittelpunkt dem Centrum der Beleuchtungslinse entspricht, das spaltförmige bewegt man von einem Rande der Beleuchtungslinse allmählig zum andern.

Die Beleuchtung mittels des spaltförmigen Diaphragma's führte zur Anstellung eines Versuchs, dessen Mittheilung hier wohl am Platze sein dürfte. Stellt man nämlich eine Kerzenflamme vor die Beleuchtungslinse so auf, dass das beobachtete Auge deren Bild deutlich auf der vorderen Oberfläche der Linse L_1 wahrnimmt, — die Entfernung der Flamme von der Beleuchtungslinse beträgt für ein emmetropisches Auge etwa 7 cm. —, so sieht der Beobachter das Bild oder, richtiger gesagt, zwei sich nahezu deckende Bilder der Flamme auf der Netzhaut des beobachteten Auges deutlich und hell. Denselben Versuch kann man machen, wenn man ein Spectrum in der entsprechenden Ebene entwirft; man beobachtet dann das Bild des Spectrums auf der Netzhaut. Benützt man die Beleuchtung in der Weise, wie sie für die Untersuchung mit diesem Augenspiegel angegeben wurde, und schiebt zwischen Lichtflamme und Beleuchtungslinse irgend ein Objekt in die entsprechende Ebene, so dass das Bild des Gegenstandes von dem Beobachteten auf der Linse L_1 wahrgenommen wird, so sieht der Beobachter das Bild desselben deutlich auf der Netzhaut des Untersuchten. Schiebt man einen schattengebenden Körper, z. B. eine in der Mitte einer durchsichtigen Glasplatte aufgeklebte T förmige Figur ein, so zeigt sich auf der Netzhaut, die vollständig beleuchtet ist, in der Mitte das dunkle T. Umgekehrt sieht man, wenn man ein lichtdurchlassendes Objekt benützt, in der Mitte der dunklen, unerleuchtet gebliebenen Netzhautparthieen das T als leuchtende Figur, in welcher die Netzhautgefäße deutlich zu erkennen sind. Ich habe hiezu eine mit Staniol überzogene matte Glasplatte gewählt, in deren Mitte ein T aus dem Staniol ausgeschnitten ist. Es ist durch diesen Versuch

in sehr einfacher Weise die Darstellung des objektiven Netzhautbildes gewonnen.

Es mag noch Erwähnung finden, dass es nicht nothwendig ist, mit diesem Spiegel in einem absolut dunklen Zimmer zu untersuchen, obgleich diess zu rathen ist, um jeden Einfluss fremden Lichtes, welches Reflexe, z. B. vom Gesicht des Beobachters, auf die Linse veranlassen könnte, nach Möglichkeit auszuschliessen. Will man in unverdunkeltem Zimmer mit dem Instrument arbeiten, so dürfte sich empfehlen, dass der Beobachter seinen Kopf und den ihm zugekehrten Theil des Beobachtungsrohres mit einem schwarzen Tuch, am besten Sammet, überdeckt, wie diess bei den Photographen Gebrauch ist.

Fassen wir die charakteristischen Eigenthümlichkeiten des im Vorgehenden beschriebenen Augenspiegels kurz zusammen, so ergibt sich Folgendes:

Das zu untersuchende Auge erhält Licht vermittelst einer dicht vor demselben stehenden planparallelen unbelegten Glasplatte.

Der auf diese Weise beleuchtete Augenhintergrund wird nun durch ein System von Linsen betrachtet, welches sich zwischen der spiegelnden Platte und dem beobachtenden Auge befindet.

Durch diese Anordnung sind alle von den Linsenflächen herrührenden Reflexe, welche bei den bis-

her üblichen Untersuchungsmethoden so störend sich erwiesen, von vornherein beseitigt, und es können deshalb die verschiedensten Linsencombinationen nach rein dioptrischen Gesichtspunkten zur Verwendung kommen. Von Reflexen bleiben also nur übrig: der Reflex auf der Hornhaut des beobachteten Auges, und der von der Rückfläche der unbelegten Glasplatte herrührende Reflex jener Gegenstände, welche von dem direkt durch die Platte hindurchgehenden Lichtkegel beleuchtet werden.

Der erstere lässt sich durch die Stellung der Glasplatte im Polarisationswinkel von $34\frac{1}{2}^\circ$, sowie durch Verschiebung des die Linsen tragenden Rohres in der horizontalen Ebene theilweise beseitigen; der andere wird durch Anwendung schwarzer Glasplatten in entsprechend geneigter Stellung gänzlich unwirksam gemacht.

Ferner wird durch Verwendung einer planparallelen unbelegten Glasplatte dem Beobachter die möglichste Freiheit in der Stellung und Bewegung des Kopfes gewahrt, und seinem Auge eine grosse Unabhängigkeit von Accommodations-Anstrengungen gestattet, da derselbe nicht gezwungen ist, durch eine kleine Oeffnung zu blicken, wie diess bei den belegten central durchbohrten Spiegeln der Fall ist.

Man kann ein möglichst grosses Stück des Augenhintergrundes flächenartig mit einem Schlage übersehen, da man, der Rücksicht auf die störenden Reflexe entbunden, eine Linsencombination, — in

unserem Instrumente sind 2 Linsen von 12 resp. 15 cm. Brennweite und je 6 cm. Apertur gewählt, — anzuwenden im Stande ist.

Das auf Einmal in dieser Weise übersehene Stück des Augenhintergrundes ist wenigstens so gross, als es im aufrechten Bilde wahrgenommen werden kann.

Durch Veränderung der Stellung der Linsen zu einander ist es ermöglicht, ein sehr grosses Stück des Augenhintergrundes in geringerer Vergrösserung, sowie ein etwas kleineres Stück in bedeutender Vergrösserung zu untersuchen.

Im ersten Falle beobachtet man ein **reelles umgekehrtes**, im zweiten ein **virtuelles umgekehrtes** Bild.

Durch Einschaltung einer zweiten Glasplatte, die ebenfalls im Winkel von $34\frac{1}{2}^\circ$ angebracht ist, wird das Instrument zu einem Polarisationsapparat vervollständigt, bei dem die erste Platte den Polarisator, die zweite den Analysator darstellt.

Das von dieser zweiten Platte reflektirte Bild lässt sich auf der Ebene des Tisches zeichnen.

Die Untersuchung geschieht bei weiter oder erweiterter Pupille ohne alle Schwierigkeit; bei enger Pupille ist durch die dem Instrumente beigegebenen Diaphragmen die Beobachtung wesentlich erleichtert.

Ein einfacher Versuch gestattet die Beobachtung des objektiven Bildes auf der Netzhaut.

2613733

Die Leichtigkeit, mit welcher man bei Anwendung dieses Apparates ein ruhiges und klares Bild des Augenhintergrundes erhalten kann, lässt die Hoffnung wohl nicht unberechtigt erscheinen, dass diese neue Form des Augenspiegels nicht nur in den Augenkliniken, in den ophthalmoscopischen Unterrichtscursen, sondern auch in den physiologischen Instituten Eingang finden werde.

Das grosse Interesse aber, dessen sich die wissenschaftliche Pflege der Beziehungen der Allgemein-Leiden und Organ-Erkrankungen zu den ophthalmoscopischen Befunden in neuerer Zeit zu erfreuen hat und der Eifer, mit dem rüstig strebende Kräfte diesem hochinteressanten Gebiete sich zuwenden, dürfte den Apparat bald auch auf medicinischen und psychiatrischen Kliniken als eine nicht unwillkommene Bereicherung des diagnostischen Instrumentariums Aufnahme finden lassen.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden in dem physikalischen Laboratorium der kgl. technischen Hochschule dahier ausgeführt.

Im Begriffe, dieselben der Oeffentlichkeit zu übergeben, benütze ich gerne diese Gelegenheit, den Herren Professoren von Beetz und von Bezold, welche mir durch die liberalste Ueberlassung der Arbeitsräume, des reichen Instrumenten- und Apparateschatzes des Laboratoriums, sowie durch gütigen Rath und freundliches Entgegenkommen ihr Interesse an meinen Studien bethätigten, meinen herzlichsten Dank auch hier auszusprechen.

MÜNCHEN, den 8. Juli 1878.

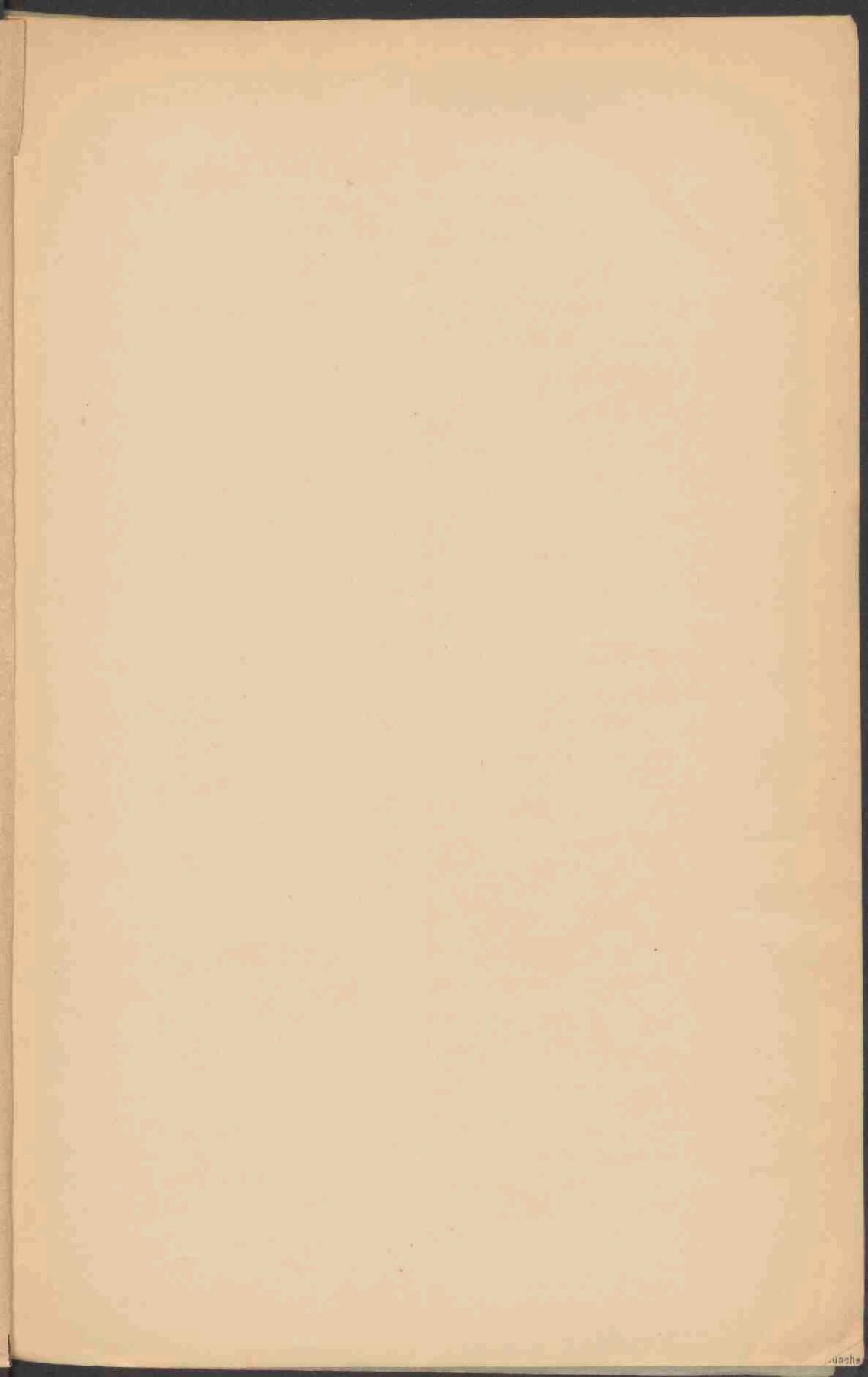


Fig. 1.

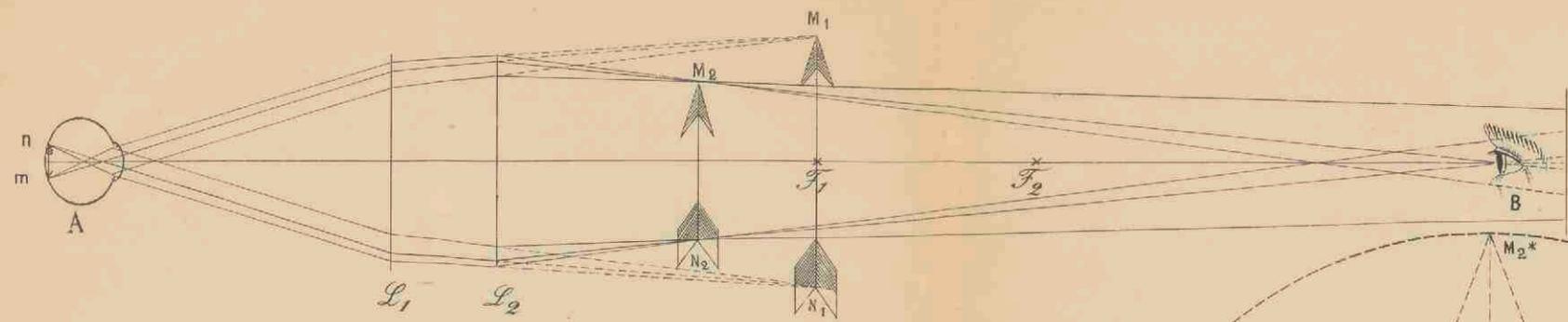


Fig. 2.

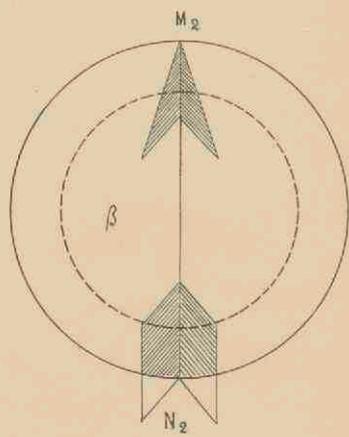


Fig. 4.

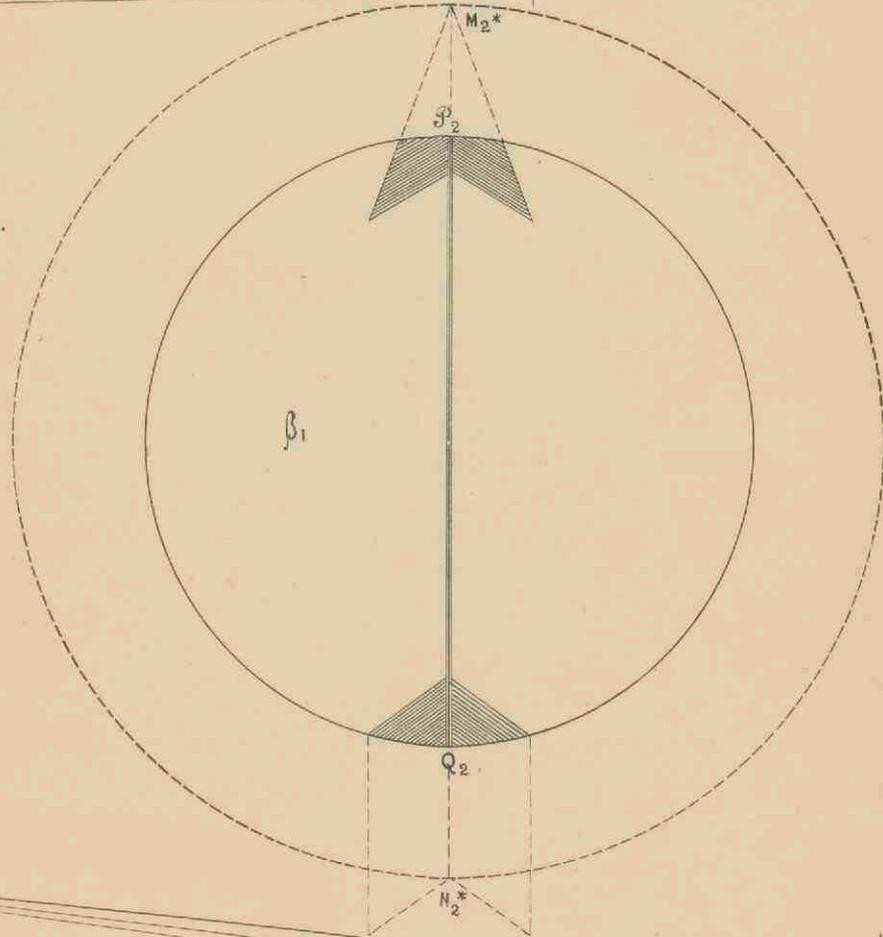


Fig. 3.

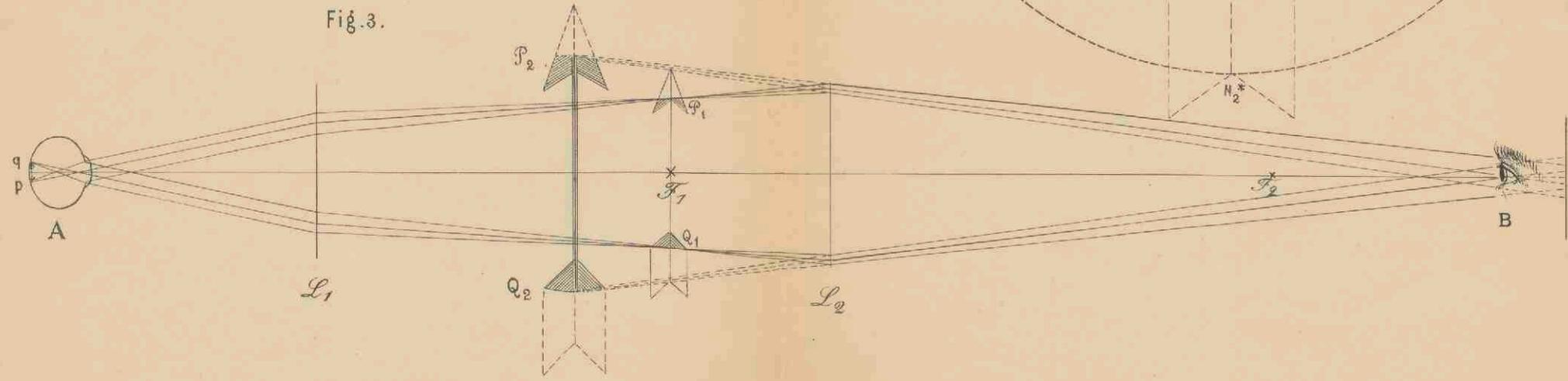


Fig. 5.

