

ANLEITUNG

ZUM

GEBRAUCHE

DER

MIKROSKOPE

AUS DER

OPTISCHEN
WERKSTÄTTE

VON

ERNST LEITZ
WETZLAR

GEGRÜNDET 1850

ZWEIG-GESCHÄFTE:

BERLIN NW.
Luisenstraße 45.

FRANKFURT A. M.
Kaiserstraße 64.

ST. PETERSBURG
Woskressenski 11.

NEW-YORK
30 East 18th Str.

CHICAGO
32-38 Clark Str.

André Traje

ANLEITUNG
ZUM
GEBRAUCHE
DER
MIKROSKOPE
AUS DER
OPTISCHEN WERKSTÄTTE
VON
ERNST LEITZ
WETZLAR.

GEGRÜNDET 1850.

ZWEIG - GESCHÄFTE:

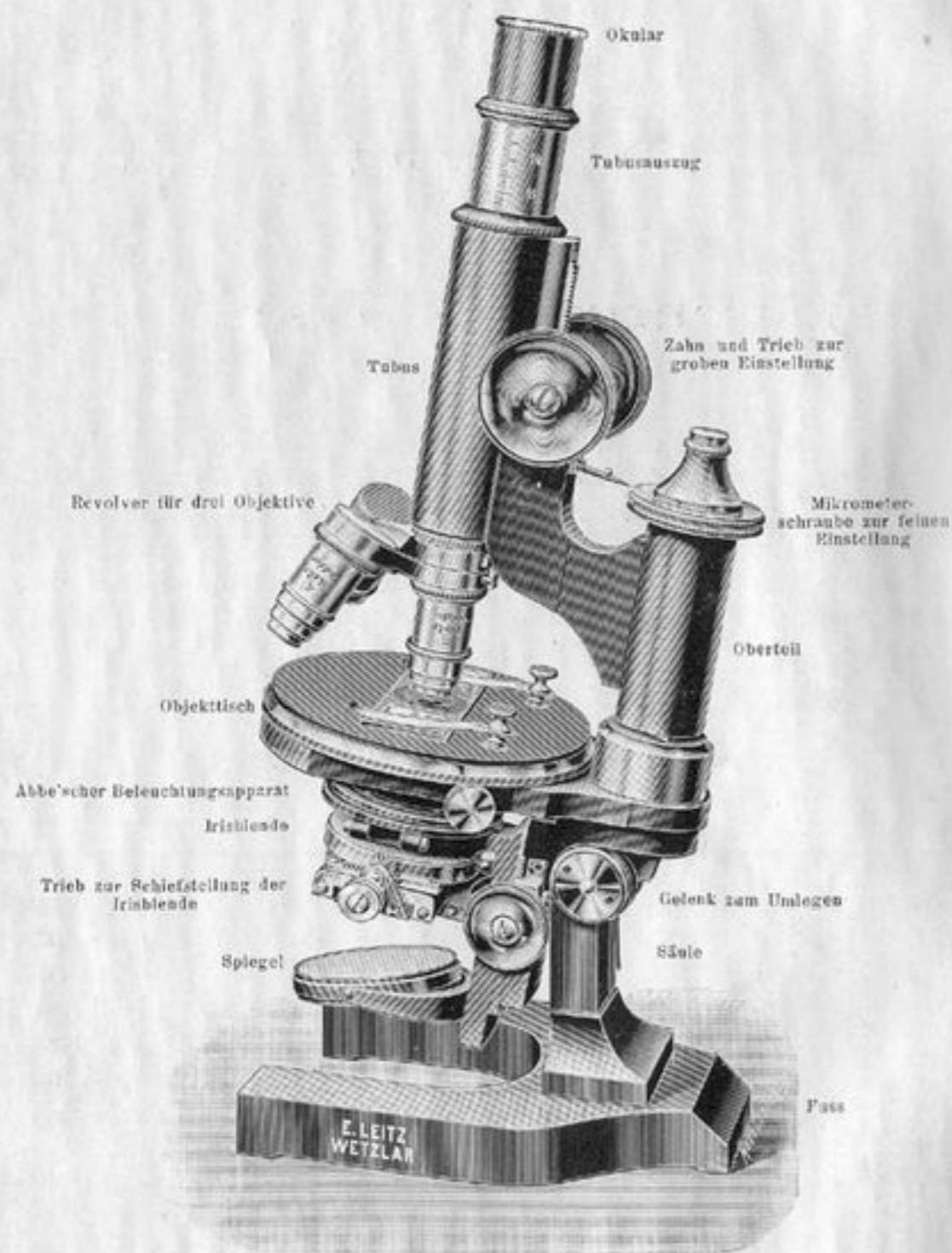
BERLIN NW.
Luisenstrasse 45.

FRANKFURT A. M.
Kaiserstrasse 64.

ST. PETERSBURG, Woskressenski II.

NEW YORK
30 East 18th Str.

CHICAGO
32-38 Clark Str.



Anleitung

zum

Gebrauche des Mikrokops.

Die Durchsicht dieser Anleitung zum Gebrauch des Mikroskops ist jedem Mikroskopiker sehr zu empfehlen, da sie mancherlei wichtige Anweisungen enthält, welche oft nicht genügend beachtet werden und deren Befolgung es ermöglicht, die Leistungsfähigkeit des Mikroskops völlig auszunutzen. Spezielle Gebrauchsanweisungen werden den einzelnen Neben- und Hilfsapparaten beigegeben.

Das Stativ.

Die Hauptbestandteile eines grösseren Mikroskopstativs sind:
 Der Tubus mit dem Tubusauszug, welcher Teilung besitzt, durch welche die Länge des Gesamttubus von der Auglinse des Okulars bis zum Objektivgewinde angegeben wird. In die obere Öffnung des Tubus wird das Okular eingesetzt; am unteren Ende des Tubus befindet sich das Gewinde für das Objektiv; in der Regel aber haben diese grösseren Stativrevolver, welche die Objektive tragen;
 das Obertheil: es ist der Träger der groben und feinen Einstellung;
 der Objektisch, vielfach zum Drehen und Zentriren eingerichtet. Durch eine Öffnung in seiner Mitte wird Licht vom Beleuchtungsapparat zum Objekt geleitet;

die Säule mit Gelenk zum Neigen des Instruments. Diese Einrichtung dient einerseits zum bequemeren Arbeiten, andererseits zur besseren Ausnutzung des Spiegels;

der Fuss, es ist entweder der Hufeisenfuss oder der englische Dreifuss;

der Beleuchtungsapparat, er besteht aus dem Spiegel, der hohl und plan ist, der Blende, in der Regel Irisblende, und dem Kondensator.

Vor dem Herausnehmen achte man zunächst darauf, wie das Instrument in seinem Schranke oder Kasten untergebracht ist.

Am sichersten trägt sich das Instrument an dem Oberteil: es steht auch so im Schrank, dass dieser Teil am ersten zugänglich ist.

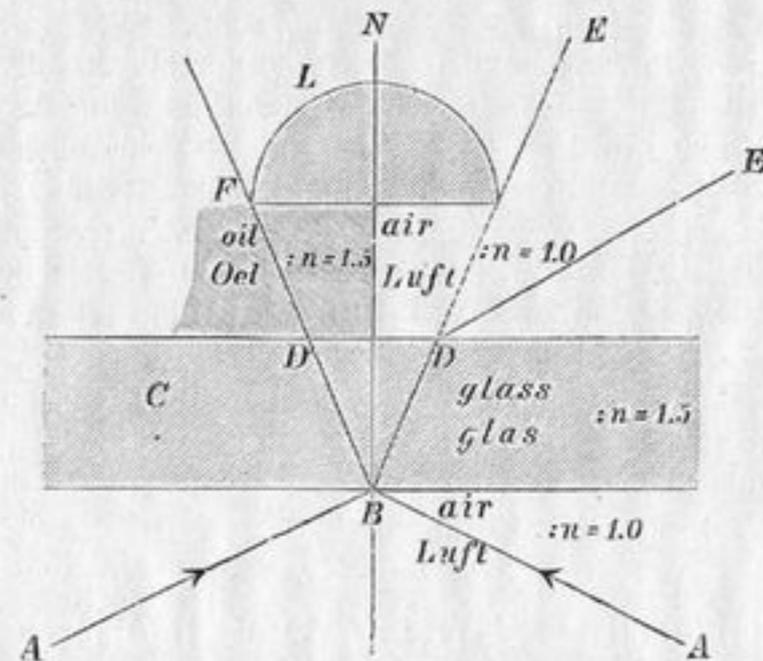
Befand sich das Instrument in einem kalten Raum, so kann es nicht sofort in Gebrauch genommen werden, weil sich die Gläser durch Ausdünstung des Gesichts mit Feuchtigkeit beschlagen würden. Die Aufstellung des Mikroskops zum Gebrauche geschieht auf einem feststehenden Tische in einiger Entfernung — etwa einen Meter — von einem, wo möglich nach Norden gehenden Fenster.

Die Objektive.

Die Objektive des Mikroskops bilden dessen wichtigsten und wertvollsten Bestandteil; ihre Anzahl richtet sich nach den Aufgaben, welche das Instrument zu lösen bestimmt ist. Sie bestehen in Trockensystemen und Immersionssystemen. Die stärksten Trockensysteme werden auch mit einer Korrektionsvorrichtung versehen, durch welche eine Bewegung der hinteren Linse bewirkt werden kann, um die Stellung derselben nach verschiedenen Deckglasdicken zu korrigiren. Die homogenen Öl-Immersionssysteme bedürfen dieser Korrektion nicht, da das beigegebene Öl der Brechung des Deckglases entspricht. Von den Trockensystemen unterscheiden sich die Immersionslinsen dadurch, dass bei ihrem Gebrauche auf das Deckglas des Objektes und auf die vorderste Linse des Objectives ein Tröpfchen Öl gebracht wird. Dasselbe geschieht am besten mit dem beigegefügt Stäbchen. Nach dem Gebrauche ist die Linse mit einem weichen leinenen

Läppchen oder Leder, welches man zuvor mit etwas Spiritus oder Xylol anfeuchtet, sorgfältig abzutrocknen. Die Vorderlinsen der sämtlichen stärkeren Objective sind einzelne, in Messing fest gefasste Linsen aus härtestem Glas. Das Eindringen des Spiritus und eine Beschädigung dadurch ist ausgeschlossen.

Die Vorteile der Öl-Immersionssysteme beruhen darauf, dass Immersionsflüssigkeit und Deckglas gleich brechende



Kraft besitzen, weshalb eine Brechung aus dem Deckglas in Luft vermieden und daher die Intensität des in das Objektiv gelangenden Lichtkegels eine ganz bedeutend höhere und also auch das Auflösungsvermögen ein beträchtlich stärkeres ist als bei den Trockensystemen. Eine weitere sehr grosse Annehmlichkeit bieten die Immersionssysteme dadurch, dass die Deckglasdicke in weit grösseren Grenzen schwanken darf, ohne dass die Schärfe eine Einbusse erleidet, weil es einerlei ist, ob ein dünneres Deckglas und eine dickere Immersionsschicht oder umgekehrt sich zwischen Objekt und Objektiv befinden.

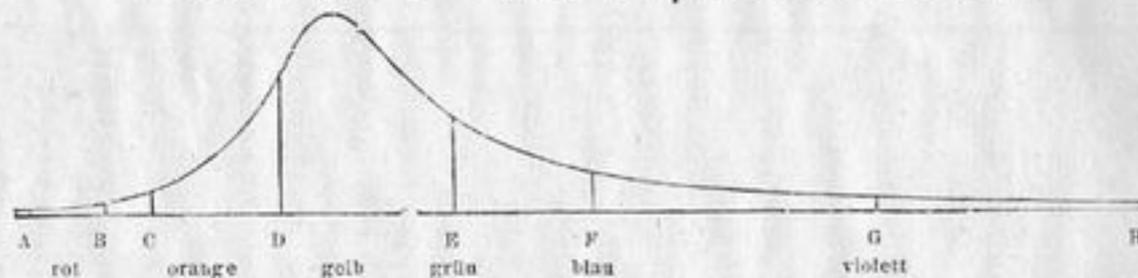
Obige Skizze soll in gemeinverständlicher Weise die Überlegenheit der Immersionslinsen den Trockenlinsen gegenüber vor Augen führen.

Die Skizze gibt einen Durchschnitt durch das Deckglas und die Frontlinse eines Objektivs. Ein Strahl AB erleidet bei B eine Brechung, wird in dem dichteren Medium des Glases dem Lot BN zugelenkt und trifft in D die zweite Deckglasfläche, welche er beim Übertritt in die Luft in der Richtung DE verlässt. Der Strahl kann also wegen dieser Ablenkung die Linse nicht treffen. Schaltet man aber eine Flüssigkeit von gleich brechender Kraft wie Glas, z. B. Zedernöl, zwischen Linse und Deckglas ein, so kann der Strahl BD in grader Richtung seinen Weg fortsetzen, trifft die Linse in F und kommt im Bilde zur Mitwirkung.

Bei dem Gebrauch der Öl-Immersion ist sehr darauf zu achten, dass sich in der Ölschicht des Gesichtsfeldes keine Luftblasen befinden, da dieselben die Leistungsfähigkeit des Objektivs mehr oder minder beeinträchtigen können. Man erkennt diese Luftblasen leicht, wenn man nach Einstellung des Objektivs das Okular entfernt; beim Blick in den offenen Tubus zeigen sich die Luftblasen als leuchtende Kügelchen oder Pünktchen. Man entfernt dieselben, indem man mit dem Stäbchen über die Frontlinse des Objektivs streicht, oder das Objektiv mit dem Revolver aus- und einschaltet, ohne Änderung der Einstellung.

Die Objektive zerfallen in

Achromate und Apochromate.



Kurve der Intensität der optisch wirkenden Strahlen.

Über ihre Beschaffenheit und Unterscheidung diene folgendes:

Die Achromate sind Objektive, welche nach wohlbewährten und verhältnismässig einfachen Konstruktionen hergestellt sind. Sie erfüllen die Forderungen, welche vor allem an ein gutes Objektiv gestellt werden müssen:

1. sie sind achromatisch korrigirt für den hellsten Teil des Spektrums innerhalb der Linien C und F.
2. die sphärische Vereinigung der Strahlen ist für alle Punkte des Objektes erreicht. Das Bild ist scharf und eben.
3. die numerische Apertur, von welcher vor allem die Auflösung des Objektivs abhängt, ist bei allen die höchste, welche ohne subtile Mittel zu erreichen ist. Das Bild erscheint deshalb in größter Helligkeit.

Die nebenstehende Fraunhofer'sche Kurve der optisch wirkenden Strahlen im Spektrum des Sonnenlichts zeigt, daß bei der Farbenkorrektur der Achromate der weitaus größte Teil des in Betracht kommenden Spektrums Berücksichtigung gefunden hat.

Die weitere Hebung der Farben des Spektrums haben sich die Apochromate mit komplizirteren Mitteln zum Ziele gesetzt.

Zum Zweck der größeren Farbenvereinigung kommt bei den Apochromaten neben den älteren Glasarten und den Borosilicat-, Bariumsilicat- und Barytgläsern noch der Fluorit zur Anwendung. Diese Verringerung des sekundären Spektrums ist nicht für jedes Auge bei jedem Präparat sichtbar. Gefärbte Präparate (gefärbte Bazillen, Schnitte etc.) eignen sich zur Prüfung der Objektive auf höhere Farbenreinheit überhaupt nicht. Diese Unterschiede zeigen sich bei schwachen Objektiven an fein gezeichneten Schuppen von Schmetterlingen, bei stärkeren Trockensystemen an Pleurosigma angulatum, das beste Objekt bei Öl-Immersionen ist *Surirella gemma*. Bei Betrachtung dieser Präparate zeigt sich erst die entschiedene Überlegenheit der Apochromate über die Achromate gleicher Vergrößerung.

Bei *Surirella* zeigt Apochromat 2 mm das Bild in großartiger Schönheit ohne geringsten Anflug von Farbe; es bietet dieses Objektiv in seiner jetzigen Konstruktion das Vollkommenste, was die moderne Optik zu leisten vermag. Jeder Apochromat 2 mm erreicht die numerische Apertur von 1.30.

Die Apochromate zeigen auch in der Photographie ihre Überlegenheit, bei Aufnahme ungefärbter Präparate. Um aber die durch einfache oder doppelte Färbung im Präparat hervorgerufenen Kontraste auch auf der Platte zum vollen Ausdruck zu bringen, wendet die Mikrophotographie die farbenempfindliche Platte und monochromatisches gelbes oder grünes Licht (Gelb- oder Grün-

scheibe) an. In diesem Fall treten die Leistungen der Achromate kaum hinter die der Apochromate zurück.

Die hervorragende Brauchbarkeit dieser Objektive in der Mikrophotographie haben wir in unserer Broschüre „Der mikrophotographische Apparat und Anleitung zur Mikrophotographie“ dargetan. Diesem Werkchen sind Reproduktionen nach Aufnahmen, die sich den besten Leistungen auf diesem Gebiete zur Seite stellen können, beigegeben.

Alle Objektive können mit den gewöhnlichen Huyghens'schen Okularen benutzt werden, nur zum Hervorbringen stärkster Vergrößerungen empfehlen wir die Kompensations-Okulare.

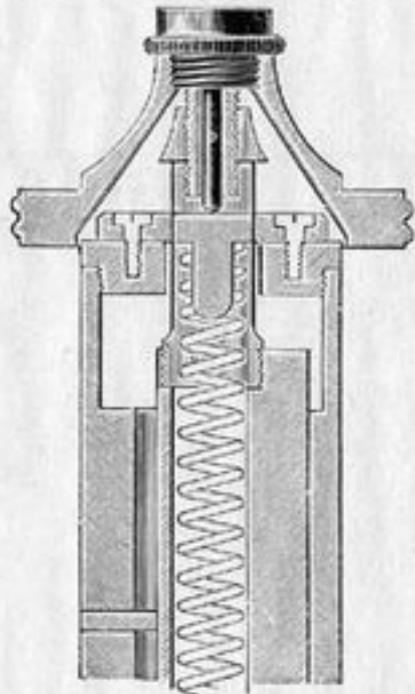
Das Material sämtlicher Linsen ist zuvor auf seine Haltbarkeit geprüft und nur solches Glas ist in den Objektiven zur Anwendung gekommen, welches den atmosphärischen Einflüssen vollkommen widersteht.

Einstellung der Objektive.

Die Einstellung des Mikroskops besteht in einer groben und in einer feinen. Bei den größeren und den mittleren Instrumenten

wird die erstere mittels Zahn und Trieb, nur bei den kleinen Mikroskopen durch Verschiebung des Tubus in der Hülse bewirkt. Letzteres hat durch eine sanfte, schraubenförmige Bewegung zu geschehen. Die feine Einstellung läßt sich durch eine über der Säule angebrachte Mikrometerschraube vollziehen.

Die Konstruktion derselben bei den größeren Stativen ist, wie auf der Abbildung ersichtlich, so eingerichtet, daß keine seitliche Uebertragung der Umdrehung stattfinden kann. Der Gewindezapfen ist zu diesem Zweck ausgebohrt und enthält einen losen Stahlzylinder, dessen Spitze gegen die Spirale durch die Mikrometerschraube



gedrückt wird. Der Gang der Schraube ist nach beiden Seiten gleichmäßig und leicht, auch ist ein Nachgeben resp. Veränderung der Einstellung ausgeschlossen. Sollte einmal ein Schmieren der Mikrometerschraube nötig werden, so läßt sich dieselbe vollständig herausdrehen und, nachdem das Gewinde gereinigt ist, neu einölen.

Unsere neuen größeren Stative *A*, *B*, *C* und *D* werden mit einer Mikrometereinstellung eigener und verbesserter Konstruktion ausgestattet (siehe Seite 25—26, Katalog 41). Ihre Vorzüge bestehen in der außerordentlichen Feinheit der Einstellung (es können $\frac{1}{1000}$ mm abgelesen werden), der unendlich wirkenden Bewegung, sowie darin, daß mit ihr das Zertrümmern eines Deckglases so gut wie ausgeschlossen ist.

Beigegebene Tabelle soll dazu dienen, dem angehenden Mikroskopiker einige Anhaltspunkte zu gewähren, in welchen Entfernungen von dem Objekt er die verschiedenen Objektive einstellen muß, um das Bild im Mikroskope erscheinen zu sehen; es wird für ihn ratsam sein, sich einigermaßen mit diesen Abständen vertraut zu machen.

Tabelle.

Leitz-Objektiv No.	Brennweite	Abstand des Objectives von der Oberfläche des Deckglases
Trockensysteme	1 44 mm	45 mm
	3 18 "	7 "
	5 5,8 "	1,5 "
	7 3,2 "	0,35 "
	9 2,2 "	0,20 "
Homog. Immers. $\frac{1}{12}$	1,8 "	0,20 "

Bei den schwächeren Objektiven wird es auch dem Anfänger nicht schwer fallen, mit Hilfe der Tabelle einigermaßen genau den Ort der Einstellung zu treffen. Bei Verwendung sehr starker Objektive bringe man die untere Linse fast in Berührung mit dem Deckglase, was man dadurch am besten kontrolliert, wenn man über die Fläche des Objektisches hinwegsieht. Man gehe dabei etwas vorsichtig zu Werke, damit bei zu rascher Annäherung Objektiv und Deckglas nicht Schaden leiden. Nachdem diese An-

näherung von Objektiv und Objekt zu stande gekommen ist, drehe man den Tubus langsam zurück, bis das Bild entsteht.

Bei Mikroskopen mit Revolvervorrichtung sind die Objektive derart abjustirt, dass beim Wechseln derselben das Bild sofort eingestellt ist und zur Erreichung der schärfsten Einstellung nur eine geringe Nachhilfe mit der Mikrometerschraube erforderlich ist, vorausgesetzt, dass die Tubuslänge von 170 mm eingehalten ist.

Beleuchtung.

Eine weisse gleichmässige Bewölkung gibt das beste Licht zur Beobachtung, ein weniger günstiges der blaue wolkenlose Himmel. Direktes Sonnenlicht ist bei der Beobachtung im allgemeinen zu vermeiden. Bei Lampenlicht lege man eine blaue oder mattgeschliffene Glasplatte auf die Blendung. Bei schwacher Vergrösserung, bis etwa hundertfach, ist der Planspiegel, bei stärkeren Vergrösserungen der Hohlspiegel zu benutzen. Die weiten Blendungen sind für die schwachen, die engen für die starken Vergrösserungen. Ausser der gewöhnlichen, geraden Beleuchtung gestatten die Instrumente auch eine schiefe Beleuchtung. Diese bietet manche Vorteile und lässt oft Details erkennen, auf deren Sichtbarmachung man anders hätte verzichten müssen. Zu ihrer Herstellung ist bei Instrumenten mit Zylinderblendung der Schlitten mit der Blende zu entfernen (bei solchen mit Drehscheibe deren grösste Öffnung einzustellen) und dann der Spiegel ausserhalb der Achse des Mikroskops in eine mehr oder minder seitliche Richtung zu bringen und so zu stellen, dass das von ihm reflektirte Licht das Objekt erleuchtet. Eine andere Art schiefen Lichtes erhält man mittels der Drehscheibe auch dadurch, dass man die grösste Öffnung derselben so einstellt, dass sie nur einen Teil der Tischöffnung verschliesst, mithin für den Durchgang der Lichtstrahlen nur ein beschränkter Raum gelassen wird.

Um recht grosse Beleuchtungskegel zu erhalten, wendet man den Abbe'schen Kondensator an. Man gebraucht bei diesem Apparate den Planspiegel. Die Irisblende wird bei Anwendung von Trockenlinsen auf die halbe Weite und

darunter gestellt. Die volle Öffnung eignet sich nur für Immersionsobjektive und bei Beobachtung von feinkörnigen tingirten Objekten (Bakterien).

Durch Exzentrischstellen der Blendung mittels des Triebwerkes, welches seitlich angebracht ist, lässt sich das Objekt bei schiefer Beleuchtung beobachten, durch Drehen des Blendenträgers in exzentrischer Stellung der Blende kann das Licht von jeder Seite zum Objekt gebracht werden.

Die Triebbewegung gestattet es, den ganzen Apparat zu heben und zu senken und so den Lichtkegel zur günstigsten Einstellung auf die Objektivenebene zu bringen.

Will man ohne den Abbe'schen Kondensator arbeiten, so lässt sich derselbe herausnehmen und, nachdem man den Blendenträger herausgeklappt hat, an seine Stelle die Zylinderblende einsetzen.

Ist dagegen das Stativ mit Zylinder-Irisblende und Gelenk-Kondensator ausgestattet, so muss man zunächst den Blendenträger mit der Irisblende zur Seite schlagen, dann lässt sich der Kondensator durch einen Druck auf einen Knopf lösen und um ein Gelenk zur Seite drehen. Die Öffnung der Zylinder-Irisblende wird durch einen seitlichen Hebel geregelt. Ehe der Kondensator zurückgeschlagen wird, muss die Zylinder-Irisblende voll geöffnet werden. Die untere Irisblende ist für den Kondensator bestimmt. Sie lässt sich durch einen seitlichen Knopf reguliren. Matte und gefärbte Scheiben werden nach Bedürfnis auf diese Irisblende gelegt.

Ist das Stativ mit dem mittleren Beleuchtungsapparat versehen, so werden diese Scheiben auf einen unter der Irisblende befindlichen Ring gelegt.

Deckgläser.

Einen wichtigen, vielfach noch vernachlässigten Punkt bildet der Einfluss der Deckgläser auf die mikroskopische Beobachtung. Ein Objektiv, welches für eine Deckglasdicke von 0,16 mm korrigirt ist, zeigt Fehler, wenn ein dickeres oder dünneres Deckglas gebraucht wird. Diese Fehler, welche bei schwach vergrössern-

den Objektiven verschwindend klein sind, wachsen mit der Vergrößerung derselben. Pleurosigma angulatum, welches z. B. von Objektiv 7 mit schwachem Okular und bei grader Beleuchtung und einer Deckglasdicke von 0,16 mm vollständig gelöst wird, zeigt mit demselben Objektiv auch kaum eine Spur der Zeichnung, wenn das Präparat ein Deckglas von 0,10 mm besitzt.

Die Objektive aus unserer Werkstatt sind auf eine Deckglasdicke von 0,14 bis 0,17 mm korrigiert. Die den Mikroskopen beigegebenen Probe-Objekte besitzen Deckgläschen von dieser Dicke.

Die Tubuslänge beträgt 170 mm. Diese Länge wird von dem Gewinde des Objektivs bis zur Augenlinse des Okulars gerechnet und muss besonders genau bei den Öl-Immersionen eingehalten werden. Ist das Mikroskop mit einem Revolver ausgestattet, der selbst eine Dicke von 15 mm hat, so ist der Tubus nur noch auf die Marke von 155 mm auszuziehen.

Eine Abweichung von 10 mm und mehr von der richtigen Tubuslänge lässt die Leistung einer sonst hochvollendeten Öl-Immersion noch unter die Leistung mittelmässiger Objektive sinken.

Zur Beseitigung des nachteiligen Einflusses der Deckgläser auf das mikroskopische Bild können die stärkeren Trockensysteme mit Korrektionsfassungen, d. h. einer Einrichtung versehen werden, durch welche den Linsen der Objektive eine der jeweiligen Dicke der Deckgläser entsprechende Stellung gegeben werden kann, was sich durch eine feine Schraubenvorrichtung erzielen lässt, ohne dass das Bild dem Auge des Beobachters entwindet, da nur die oberen Linsen in Bewegung gesetzt werden, die Frontlinse aber in fester Stellung verbleibt. Durch solche, mit Verbesserungs-Einrichtung ausgestattete Objektive ist der Anwendung von Deckgläsern verschiedener Dicke ein grösserer Spielraum gegeben, welchen, wie bemerkt, die festen Objektive nicht gestatten.

Dieser Umstand hat jedoch dadurch bedeutend an Gewicht verloren, daß Deckgläser von jeder beliebigen Dicke gegenwärtig leicht zu haben sind, und wird durch den ausziehbaren Tubus noch weiter abgeschwächt. Denn der ausziehbare Tubus, den fast sämtliche Instrumente besitzen, dient weniger dazu, die Anzahl der Vergrößerungen zu vermehren oder die Vergrößerung auf eine bestimmte Zahl zu bringen, als zum Ausgleichen dieser

Deckglas-Unterschiede. Die Verlängerung oder Verkürzung seines Abstandes vom Objekte übt einen wesentlichen Einfluß auf die Grenzen der Zulässigkeit von Deckgläsern verschiedener Dicke, der sich schon bei Anwendung eines Objektivs von ca. 6 mm Brennweite (No. 5) bemerklich macht und mit der Abnahme der letzteren gleichen Schritt hält, d. h. an Intensität zunimmt. Ist z. B. ein Objektiv von 2—4 mm Brennweite (No. 8 oder 7) auf eine Deckglasdicke von 0,17 mm justiert, so können bei eingeschobenem, also kürzerem Tubus, noch Deckgläschen von 0,20 mm, und bei ausgezogenem Tubus solche bis 0,13 mm Dicke gebraucht werden. Die Wirkung, welche die veränderte Stellung des Tubus auf die Beobachtung, resp. die Schärfe und Klarheit des Bildes übt, kann derjenige, dem die Sache noch neu, an jedem subtileren Test-Objekte, vorzugsweise an Pleurosigma angulatum, beobachten.

Die homogenen Immersions-Systeme bedürfen, wie schon oben erwähnt, einer Korrektions-Vorrichtung überhaupt nicht.

Die numerische Apertur.

Früher bemaß man die auflösende Kraft der Objektive nur nach dem Öffnungswinkel. Dies reichte auch vollständig aus, so lange man nur die Trockensysteme kannte. Anders wurde es, als man die Wasser- und später die Öl-Immersion konstruirte. Der Öffnungswinkel ist kaum größer geworden, denn selten gelingt es dem Optiker, denselben auf 130° oder gar darüber zu bringen, und dies sowohl bei Trocken-, als auch bei Immersionssystemen.

Es steigerte sich aber die Intensität des in das Objektiv gelangenden Lichtkegels dadurch, daß eine Ablenkung der Strahlen an dem Deckglas durch die Wasser-Immersion zuerst vermindert, dann durch die Öl-Immersion ganz vermieden wurde. Ein mathematischer Ausdruck, der auch diesem Faktor Rechnung trägt, ist in der numerischen Apertur $num. Ap. = n \sin u$ gegeben, in welchem u den halben Öffnungswinkel und n die Brechung des Mediums bedeutet, welches sich zwischen Deckglas und Frontlinse befindet; also

bei Trockensystemen	$n = 1,00,$
bei Wasser-Immersionen	$n = 1,33,$
bei Öl-Immersionen	$n = 1,52.$

Beigedruckte Tabelle gestattet eine Vergleichung der Aperturen, welche bei gleichen Öffnungswinkeln den verschiedenen Objektivgattungen entsprechen, sie zeigt die bedeutende Überlegenheit der homogenen Immersion.

$$\text{Num. Ap.} = n \cdot \sin u.$$

Öffnungswinkel $2 u$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	130°	140°
Trockensystem $n = 1,00$	0,09	0,18	0,26	0,34	0,42	0,50	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91	0,94
Wasser-Immersion $n = 1,33$	0,12	0,24	0,35	0,46	0,56	0,66	0,76	0,85	0,94	1,02	1,09	1,15	1,20	1,25
Homogene Öl-Immersion $n = 1,52$	0,14	0,28	0,40	0,52	0,64	0,76	0,87	0,98	1,07	1,16	1,24	1,32	1,38	1,43

Die Mikrometerwerte.

Um mikroskopische Gegenstände zu messen, bedient man sich gewöhnlich des Okularmikrometers. Für ein jedes Objektiv ist mit Hilfe eines Objektmikrometers bei einer Tubuslänge von 170 mm der Wert des Intervalls bestimmt, welchen ein in Zehntelmillimeter geteilter Okularmikrometer im Bilde deckt. Für die verschiedenen Objektive ist der Wert eines Teilstriches des Okularmikrometers, der Mikrometerwert, in der folgenden Tafel angegeben. Beim Gebrauch eines in $\frac{1}{20}$ mm geteilten Okularmikrometers sind diese Werte zu halbieren.

Objektiv No. 1	0,054 mm des Objekts,
2	0,028 " " "
3	0,015 " " "
4	0,009 " " "
5	0,005 " " "
6	0,0035 " " "
7	0,0026 " " "
8	0,0022 " " "
9	0,0017 " " "
Immersion $\frac{1}{10}$	0,0022 " " "
" $\frac{1}{12}$	0,0017 " " "
" $\frac{1}{16}$	0,0014 " " *)

*) Bei solchen Messungen ist eine gebräuchliche Maßeinheit das Mikron oder Mikromillimeter = 0,001 mm.

Bei jeder Messung halte man die Tubuslänge von 170 mm genau ein. Dieselbe ist gemessen von dem Objektivgewinde bis zur Augenlinse des Okulars.

Diese Mikrometerwerte sind gemessen mit Okular II und ändern sich unwesentlich bei den anderen Okularen.

Beispiel: Eine Schuppe von Hipparchia Janira gemessen mit Objektiv 6 hatte eine Länge von 50, eine Breite von 18 Teilstrichen des Okularmikrometers. Ihre Länge beträgt also $50 \times 0,0035 = 0,175$ mm. Die Breite beträgt $18 \times 0,0035 = 0,063$ mm.

Ein Exemplar von Pleurosigma angulatum deckte bei

Objektiv 4	29 Teilstriche,
" 6	75 "
" 7	102 "

Es betrug also die Länge dieses Präparates

$$29 \times 0,009 = 0,261 \text{ mm,}$$

$$75 \times 0,0035 = 0,262 \text{ "}$$

$$102 \times 0,0026 = 0,265 \text{ "}$$

Die Werte für das Okularschraubenmikrometer erhält man annähernd, wenn man die Mikrometerwerte obiger Tabelle durch 20 dividirt.

Die Vergrößerungstabellen.

Das dem Beobachter im Mikroskop erscheinende Bild wirkt auf das Auge wie ein Gegenstand, der in deutlicher Sehweite wahrgenommen wird.

Bringt man einen in $\frac{1}{100}$ mm geteilten Masstab (Objektmikrometer) zur Abbildung und misst die Ausdehnung des Bildes, so erhält man ein Mass für die Vergrößerung des optischen Apparates. Man lege zu diesem Zweck neben das Mikroskop einen in Millimeter geteilten Masstab in einer Entfernung von 250 mm von der Augenlinse des Okulars (mittlere Sehweite).

Beobachtet man mit beiden Augen einerseits das mikroskopische Bild des Mikrometers, andererseits den Masstab und sucht beide zur Deckung zu bringen, so ergibt sich die Vergrößerung,

wenn man die Länge des Bildes dividirt durch die faktische Grösse des abgebildeten Masstabes, des Objektmikrometers.

Es fallen z. B. 92 mm des Masstabes zusammen mit sieben Zehntel des abgebildeten Mikrometers, so beträgt die Vergrösserung $\frac{92}{0,7} = 130$; die Tabellen sind auf diese Weise festgestellt worden und sind für angenäherte Messungen geeignet.

Es wurde z. B. dasselbe Exemplar von Pleurosigma angulatum zur Abbildung gebracht.

1. mit Objektiv 7, Okular 0,
2. mit Objektiv 4, Okular II

und es betrug im ersten Fall die Länge des Bildes 67 mm, im zweiten Fall 30 mm.

Man erhält die Grösse des gemessenen Gegenstandes, wenn man die in der richtigen Entfernung von 250 mm abgelesene Länge des Bildes dividirt durch die Vergrösserungszahl, welche zu der betreffenden Kombination von Objektiv und Okular gehört, also in obigem Fall

$$1. \frac{67}{260} = 0,257 \text{ mm}, \quad 2. \frac{30}{115} = 0,60 \text{ mm}.$$

Bei der Bestimmung dieser Tabellen ist die Tubuslänge von 170 mm zu Grunde gelegt. Diese Tubuslänge wird gemessen von dem Objektivgewinde bis zur Augenlinse des Okulars.

Allgemeine Bemerkungen.

Gleich von vornherein gewöhne man sich, das Auge dem Okular so nahe wie möglich zu bringen und beide Augen abwechselnd zu verwenden.

Überflüssiges Licht suche man durch angemessene Verwendung der Blenden abzuhalten. Eine allzu grelle Beleuchtung beeinträchtigt die Untersuchung und schadet zugleich den Augen.

Eine jede Beobachtung beginne stets mit schwachen Objektiven; je nach der Natur des Gegenstandes und dem zu verfolgenden Zwecke gehe man methodisch zu stärkeren Systemen über.

Auch im Gebrauche der Okulare ist Mass zu halten: die schwachen und höchstens noch die mittleren dienen zur eigentlichen Untersuchung, die stärkeren mehr zum Messen und Zählen.

Okulare und Objektive bedürfen zuweilen einer eingehenden Untersuchung auf ihren reinen Zustand.

Das Okular ist derart eingerichtet, dass man die Augen- und Kollektivlinse einzeln abschrauben, gründlich nachsehen und reinigen kann.

Auch die vordere und hintere Fläche des Objectives kann der Besitzer des Mikroskops selbst reinigen. Die Untersuchung der inneren Teile des Objectives geschieht am sichersten mit der Lupe. Zeigen sich dort Trübungen, so sind dieselben nur mit grösster Vorsicht oder von der Hand des Optikers zu beseitigen. Bei älteren Objectiven aller Optiker kamen öfters Trübungen vor, welche sich durch Benutzung noch nicht genügend geprüfter optischer Gläser im Laufe der Jahre einstellten. In solchen Fällen tauschen wir die Objective stets kostenfrei gegen neuere Konstruktionen um, bei denen nur durchaus als haltbar bewährte Gläser zur Verwendung kommen. Neuerdings sind solche Trübungen fast gänzlich ausgeschlossen.

Den Staub beseitigt man mit einem trockenen, feinen Haarpinsel, indem man beim Streichen über die Glasfläche zugleich schwach wegbläst. Ist die Verunreinigung hierdurch nicht zu entfernen, so nehme man feine abgewaschene Leinwand, feuchte sie mit etwas Wasser an, oder hauche die zu behandelnde Linse an und fahre mit dem Lappchen sanft darüber hin. Festsitzende Schmutzflecken, die auch durch diese Manipulation nicht zu beseitigen sind, verlangen die Benetzung des Lappchens mit Alkohol. Bei Anwendung chemischer Reagentien sei man ganz besonders vorsichtig, dass die Linsen damit nicht in Berührung gebracht werden. Geschieht solches doch, was immerhin vorkommen kann, so nehme man alsbald eine Abspülung mit Wasser und sorgfältige Abtrocknung vor. Recht grosse Deckgläser schützen gegen solche Unannehmlichkeiten am besten.

Von den Objectiven schraube man keine Bestandteile ab, um andere Vergrösserungen herzustellen; jedes Objektiv bildet eine fest geschlossene Kombination, die in der Regel keine Abänderung vertragen kann.

Vor und nach dem Gebrauche des Mikroskops untersuche man stets die Objektive, Okulare, etc. und schreite alsdann zur Reinigung, wenn eines oder das andere eine solche benötigen sollte. Auch dem Stativ ist einige Aufmerksamkeit zu schenken; seine Schrauben und Gewinde bedürfen von Zeit zu Zeit einer vorsichtigen Ölung, wozu nur säurefreies Öl (Knochenöl) zu verwenden ist.

Schmutz am Stativ entfernt man ebenfalls mit weicher Leinwand oder Rehleder, wobei man dem Striche der Politur zu folgen hat, nicht aber quer über dieselbe wischen soll. Unter keinen Umständen darf Spiritus mit gelbem Lack in Berührung kommen, wohl aber eignet sich Benzin sehr gut zum Reinigen derartig lackirter Teile.

Helle Flecken auf der Hartgummiplatte des Tisches, welche durch Benzin entstanden sind, lassen sich durch Einreiben mit Öl entfernen.

Für jeden Gegenstand der Reinigung, namentlich für Objektive und Okulare, hält man sich ein besonderes Tuch, das an einem gegen Staub geschützten Ort aufzubewahren ist.

Bestrebt man sich, das Mikroskop in dieser Weise gewissenhaft zu behandeln, so wird sich sein Besitzer nicht nur des stets eleganten Äußeren, sondern auch der guten Erhaltung der optischen Bestandteile des Instruments recht lange zu erfreuen haben.

WETZLAR, im Juni 1905.

ERNST LEITZ.