

228

Encyklopädie der Photographie.

Heft 8.

Anleitung

zur

Mikrophotographie.

Von

Dr. med. **R. Neuhaufs.**

Mit sechs in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, umgearbeitete Auflage.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1908.

Von der **Encyklopädie der Photographie** sind bisher die nachstehenden Hefte erschienen:

1. **Der Schutz des Urheberrechtes an Photographieen.** Von L. Schrank. Mk. 2.
2. **Die Photographie in natürlichen Farben.** Von E. Valenta. Mk. 3.
3. **Die Kollodium-Emulsion.** Von A. Freiherrn von Hübl. Mk. 5.
4. **Anleitung zur Ausübung der Photoxylographie.** Von Prof. A. Lainer. Mk. 2.
5. **Die Photographie auf Forschungsreisen und die Wolkenphotographie.** Von Dr. R. Neuhauss. Mk. 1.
6. **Die Photo-Galvanographie.** Von Direktor O. Volkmer. Mk. 6.
7. **Die Misserfolge in der Photographie.** Von H. Müller. I. Teil: **Negativ-Verfahren.** 3. Aufl. Mk. 2.
8. **Anleitung zur Mikrophotographie.** Von Dr. R. Neuhauss. 2. Auflage. Mk. 1.
9. **Die Misserfolge in der Photographie.** Von H. Müller. II. Teil: **Positiv-Verfahren.** 3. Aufl. Mk. 2.
10. **Die Stereoskopie und das Stereoskop in Theorie und Praxis.** Von Dr. F. Stolze. Mk. 5.
11. **Die Photolithographie.** Von Vize-Direktor Gg. Fritz. Mk. 8.
12. **Die photographische Aufnahme von Unsichtbarem.** Von Direktor O. Volkmer. Mk. 2,40.
13. **Der Platindruck.** Von A. Freiherrn von Hübl. 2. Aufl. Mk. 4.
14. **Die gerichtliche Photographie.** Von Alph. Bertillon. Mk. 4.
15. **Anleitung zur Verarbeitung photographischer Rückstände sowie zur Erzeugung und Prüfung photographischer Gold-, Silber- und Platinsalze.** Von Prof. A. Lainer. Mk. 3.
16. **Die Photo-Gravüre zur Herstellung von Tiefdruckplatten in Kupfer, Zink und Stein etc.** Von Direktor O. Volkmer. Mk. 8.
17. **Die Kunst des Vergrösserns auf Papieren und Platten.** Von Dr. F. Stolze. 2. Aufl. Mk. 6.
18. **Der Silberdruck auf Salzpapier.** Von A. Freiherrn von Hübl. Mk. 3.
19. **Die Anwendung der Photographie zu militärischen Zwecken.** Von M. Kiesling. Mk. 3.
20. **Die Behandlung der für den Auskopierprozess bestimmten Emulsionspapiere (Chlorsilbergelatine und Celloïdinpapiere).** Von Ed. Valenta. Mk. 6.

Jedes Heft ist einzeln käuflich.

778
N39
Pam

Encyklopädie
der
Photographie.

Heft 8.

Anleitung

zur

Mikrophotographie.

Von

Dr. med. **R. Neuhaufs.**

Mit sechs in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite, umgearbeitete Auflage.

Halle a. S.

Druck und Verlag von Wilhelm Knapp.

1908.

778

N39

Pam

LIBRARY
UNIVERSITY OF ILLINOIS
URBANA

11 ag 08 90

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei der Neubearbeitung wurden alle seit dem Erscheinen der ersten Auflage (1894) gemachten Fortschritte eingehend berücksichtigt. Da das letzte Jahrzehnt auf dem Gebiete der Mikrophotographie wesentliche Verbesserungen und durchgreifende Neuerungen brachte, so war gänzliche Umarbeitung notwendig.

Mit Rücksicht auf den Umstand, daß aus der Feder des Unterzeichneten in demselben Verlage (Wilhelm Knapp, Halle a. S.) ein besonderes Werk über Projektion (Lehrbuch der Projektion, II. Auflage, 1907) erschien, wurde in vorliegender Schrift der Abschnitt über die Projektion fortgelassen.

Dr. R. Neuhaß.

Batany. 1 My 08 Stachert. 20

p18654

Inhalt.

	Seite
Der Apparat	I
Objektive und Okulare	9
Die Lichtquelle	15
Die Beleuchtung	21
Aufnahmen mit ultraviolettem Licht	28
Augenblicks-Aufnahmen	29
Aufnahmen mit polarisiertem Licht	30
Spektroskopische Aufnahmen	31
Stereoskopische Aufnahmen	32
Das negative Bild	34
Das positive Bild	36
Die Präparate	37

Zweck vorliegender Anleitung ist, kurz den Weg zu zeigen, auf dem selbst der Neuling, der den mikrographischen Apparat nur vom Hörensagen kennt, mit Sicherheit zu befriedigenden Ergebnissen kommt.

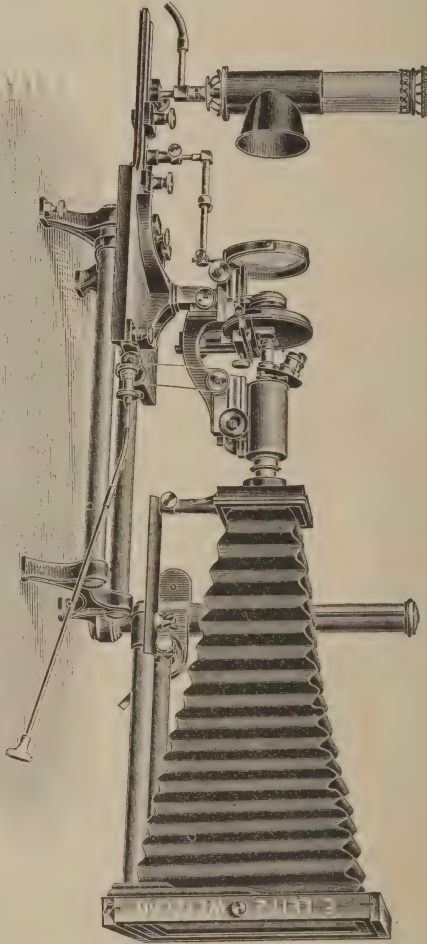
Der Apparat.

Vielfach begegnet man der Vorstellung, daß das Gelingen eines brauchbaren Mikrophotogramms von dem Vorhandensein eines kostspieligen Apparates abhängt. Nichts ist irriger als dies; man kann mit den einfachsten Hilfsmitteln unter allen Umständen auskommen. Ein gewöhnliches, mit umlegbarem Fuß versehenes Mikroskop und eine Turistenkamera im Format 13×18 cm genügen für alle Fälle. Allerdings arbeitet es sich mit einem guten Apparat wesentlich leichter und angenehmer, als mit primitiven Hilfsmitteln.

Durch das Mikroskop werden nicht nur das auf dem Objektische liegende Präparat, sondern auch alle Erschütterungen, denen das Instrument ausgesetzt ist, vergrößert. Aus diesem Grunde bleibt es unerläßlich nötig, das Mikroskop vor Erschütterungen sorgfältig zu bewahren. Da nun beim Einsetzen der Kassette und beim Aufziehen des Schiebers Erschütterungen unvermeidlich sind, so stellt man Mikroskop und Kamera auf gesonderten Tischen auf und trifft Vorkehrungen, daß sich diese beiden Hauptteile des Apparates in keiner Weise berühren. Die großen Apparate von Zeiß, Leitz und anderen Firmen, die sich mit der Herstellung

erstklassiger Instrumente befassen, sind nach diesem Prinzip gebaut. Allerdings stellt sich die ganze Vorrichtung hierdurch recht hoch im Preise. Aus diesem

Horizontal-Vertikal-Kamera von Leitz in waggerer Lage mit umgelegtem Mikroskop.
Fig. 1.



Grunde brachte man auch Apparate in den Handel, bei denen Mikroskop und Kamera auf demselben Stativ angeordnet sind. Die Horizontal-Vertikalapparate von Zeiß in Jena, Leitz in Wetzlar (Fig. 1 u. 2), Winkel

in Göttingen und einigen anderen Firmen sind in dieser Weise gebaut. Um die hierdurch sich ergebenden Nachteile möglichst auszumerzen, muß das Ganze fest gearbeitet sein; insbesondere sollen sowohl Kassette wie Schieber leicht gleiten.

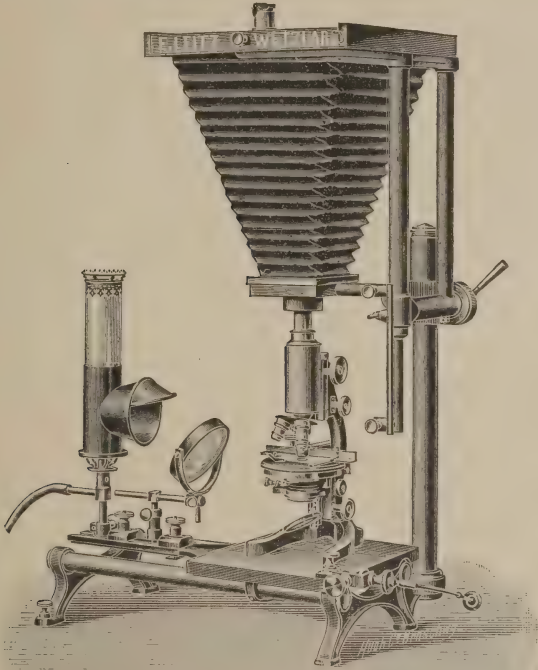


Fig. 2.
Horizontal-Vertikal-Kamera von Leitz in senkrechter Lage mit aufrecht stehendem Mikroskop.

Alle Erschütterungen werden um so nachteiliger, je stärker die Objektivvergrößerung ist. Arbeitet man mit Immersionen, so kann bei nicht genügender Trennung von Apparat und Mikroskop unvorsichtiges Aufziehen des Kassettenschiebers die Scharfeinstellung völlig vernichten.

Stellt man sich mit einfachen Hilfsmitteln selbst einen mikrophotographischen Apparat zusammen, so müssen Kamera und Mikroskop unter allen Umständen Aufstellung auf gesonderten Tischen finden. Man schraubt das Mikroskopstativ auf dem Boden einer umgestülpten kleinen Kiste fest, welche ihrerseits auf einem festen Tische ruht. Die Kamera befindet sich auf einem in der Höhe verstellbaren Stativ, wie solche in den photographischen Ateliers allgemeine Verwendung finden. Da die Balgenlänge der gewöhnlichen Kameras für mikrophotographische Arbeiten nicht ausreicht, so muß man für eine Verlängerung Sorge tragen. Dieselbe besteht am besten aus einem weiten Papprohr, welches an dem Stirnbrett der Kamera angesetzt wird. Mit einem einzigen Rohr dieser Art kommt man meist nicht aus: Da der Balgen alle möglichen Veränderungen bis zu einer Länge von 1,30 oder 1,50 m gestatten muß, so läßt man sich von vornherein zwei oder drei verschieden lange Rohre fertigen, die innen geschwärzt, in Bezug auf ihren Durchmesser hinter den Ausmessungen der verwendeten Kamera nicht wesentlich zurückstehen. Bei zu kleinem Durchmesser gibt es störende Reflexe an den Wänden. Das Rohr muß sich leicht abnehmen lassen, damit jederzeit die Gelegenheit gegeben ist, den Kopf zwischen Kamera und Mikroskoptubus zu bringen und das Präparat und die Beleuchtung durch Hineinschauen in das Mikroskop zu überwachen.

Von wesentlichem Einfluß auf das Endergebnis ist die Beschaffenheit des Mikroskopstativs. Schlecht gearbeitete, wackelige Stative erschweren das Arbeiten ungemein und können das Erzielen guter Bilder bei starken Objektivvergrößerungen unmöglich machen. Legt man nämlich das Stativ um, so daß der Tubus wagerechte Lage hat, so beharrt das Mikroskop nicht genau in dieser Stellung: unter dem Einflusse der Schwere

finden Durchbiegungen und Verziehungen statt, welche zur Folge haben, daß das auf der Mattscheibe scharf eingestellte Bild schon nach kurzer Zeit nicht mehr scharf ist. Dieser Fehler steigert sich bei Zunahme der Objektivvergrößerung und kann selbst bei gut gearbeiteten Mikroskopen die Geduld des Mikrophotographen auf eine harte Probe stellen. Gute Mikroskope erlangen ungefähr eine halbe Stunde nach dem Umlegen die Ruhstellung, so daß man nunmehr zur Aufnahme schreiten kann. Arbeitet man mit schwachen Objektiven und Expositionen von wenigen Sekunden, so ist es nicht unerläßlich nötig abzuwarten, bis völlige Ruhelage eingetreten ist.

Bei schlechten Mikroskopen, wo alles schlottert, kann es sich ereignen, daß wirkliche Ruhelage niemals eintritt, indem die allergeringfügigsten Erschütterungen ausreichen, um die Lage des Objektivs zu verändern.

Auf jeden Fall bleibt es vorteilhaft, das umgelegte Stativ in möglichster Nähe des Kopfes der Mikrometerschraube durch eine kleine Stütze zu unterstützen.

Vor einigen Jahren konstruierte Carl Zeiß in Jena ein besonderes Stativ für Mikrophotographie, bei dem in erster Linie genannten Verhältnissen Rechnung getragen ist. Alle Teile sind so solide konstruiert, daß die Veränderungen nach dem Umlegen auf ein Mindestmaß beschränkt werden. Außerdem besitzt die Mikrometerschraube besonders feinen Gang, wodurch das Einstellen erleichtert ist. Der Tubus hat zur Vermeidung von Reflexen die Weite von 5 cm. Die engen Tuben gewöhnlicher Mikroskope können die mikrophotographischen Arbeiten recht erschweren, da die an den Wänden auftretenden Reflexe zur Verschleierung der Platte und zu allen möglichen Fehlern Veranlassung geben.

Mikrophotographische Stative genannter Art werden neuerdings auch von anderen optischen Werkstätten, z. B. Leitz in Wetzlar, gebaut.

Von größter Wichtigkeit ist eine geeignete lichtdichte Verbindung zwischen Mikroskop und Kamera. Um den Grundsatz der Trennung beider Teile streng aufrecht zu erhalten, ist man genötigt, die in Fig. 3 dargestellte Vorrichtung zu verwenden. In eine am Tubus *T* angebrachte doppelte Kapsel *a* schiebt sich eine Hülse *b* ein, die ihrerseits genau auf ein am vorderen Ende der Kamera befestigtes Rohr *c* paßt. Die Teile *b* und *a* dürfen sich nicht berühren; es kann zwischen ihnen ein ziemlich reichlicher Spielraum gelassen werden, ohne daß deshalb Nebenlicht in die Kamera gelangt.

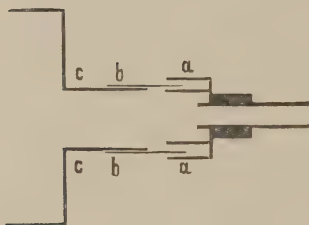


Fig. 3.

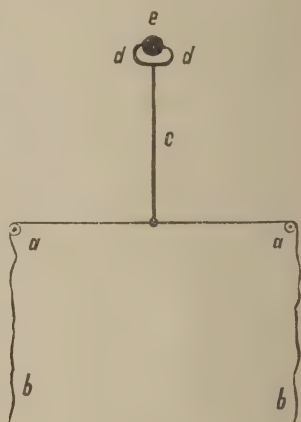


Fig. 4.

Bei einigermaßen langem Auszug der Kamera ist es nicht möglich, unter gleichzeitiger Ueberwachung des Bildes auf der Visierscheibe die Mikrometerschraube des Mikroskopes mit der Hand zu erreichen. Man muß daher auf eine Verlängerung dieser Schraube bedacht sein. Der sogen. Hookesche Schlüssel — im wesentlichen ein in den Kopf der Mikrometerschraube eingreifendes Zahn- oder Gummirad, welches vermittelt eines Kugelgelenkes mit einem Stabe verbunden ist — gestattet nun, die Mikrometerschraube aus jeder beliebigen Entfernung zu bewegen. Der Stab darf nicht fest mit der Kamera verbunden werden, sondern liegt frei neben

derselben. Immerhin ist ein gut gearbeiteter Schlüssel dieser Art ziemlich kostspielig. Man kommt selbst bei den schwierigsten Arbeiten mit einer einfachen Vorrichtung aus, die sich jeder selbst herstellen kann (Fig. 4). Zwei längs der Kamera über Rollen *a* gleitende Schnüre *b* stehen mit einem zangenartigen Instrument *cd* in Verbindung, welches man am Kopfe der Mikrometerschraube *e* festklemmt. Der Stiel der Zange *c* besteht aus leichtem Holz, der obere Teil *d* aus Metall. Es leuchtet ein, daß jeder Zug an den Schnüren *b* eine geringfügige Drehung der Mikrometerschraube zur Folge hat. Die Erfahrung lehrt, daß man selbst bei Anwendung stärkster Immersionen mit Hilfe dieser fast kostenlosen Vorrichtung überaus fein einstellen kann. Dieselbe ist natürlich nur anwendbar, wenn ungefähr eine Vierteldrehung der Mikrometerschraube genügt, um zur feinsten Einstellung zu gelangen. Für die grobe Einstellung behilft man sich hierbei folgendermaßen: Ein weißes Stück Kartonpapier wird an die Stelle der Visierscheibe gebracht. Neben dem Mikroskope stehend und die Mikrometerschraube desselben mit der Hand regulierend kann man nun, indem man das Bild auf dem weißen Karton von vorn betrachtet, annähernd scharf einstellen. Um den nötigen Einblick in die Kamera zu erlangen, muß natürlich das vordere Papprohr abgenommen werden. Die Überwachung des Bildes auf dem weißen Karton wird außerordentlich erleichtert, wenn man das Zimmer, in welchem die Aufnahmen bei künstlichem Lichte geschehen, verdunkelt.

Für die grobe Einstellung läßt sich auch folgendermaßen verfahren: Ein etwa 3 cm langes Stück eines fingerdicken Gummischlauches wird über den Kopf der Mikrometerschraube gestülpt. Ist dieser Kopf zu groß, so läßt man sich einen kurzen, etwa bleistiftstarken Ansatz daselbst anbringen. In das freie Ende dieses

Gummischlauches wird ein leichter Rohrstock eingesteckt. Die Mikrometerschraube folgt dann willig den Drehungen dieses Stockes.

An Stelle der matten Scheibe, welche nur dazu dient, über Größe und Gestalt des Bildes Aufschluß zu geben, bedarf man zur feinsten Einstellung einer durchsichtigen Spiegelscheibe, auf welcher mit Hilfe der Einstell-Lupe die zartesten Einzelheiten unendlich viel besser zu erkennen sind.

Zwischen Mikroskop und Lichtquelle werden auf der optischen Bank die Beleuchtungslinsen, Lichtfilter, Blenden u. s. w. aufgestellt. Bei den käuflichen Apparaten besteht die optische Bank in der Regel aus einer Metallschiene, auf der sich die genannten Gegenstände verschieben lassen; doch genügt hierfür ein einfaches, glattes Brett.

Man stelle den mikrographischen Apparat in einem vor Erschütterungen möglichst geschützten Raume auf. Wer in einer belebten Straße wohnt, wähle für seine Arbeiten ein von der Straße entfernt gelegenes Zimmer. Sehr zu empfehlen bleibt die Unterlage einer dicken Filzschicht unter die Füße der Gestelle und Tische, welche Mikroskop und photographische Kamera tragen. Leichte Erschütterungen des Fußbodens werden hierdurch unschädlich gemacht. Freilich schützt dies Mittel nicht gegen das Erbeben des ganzen Gebäudes, welches durch vorüberfahrende Lastwagen erzeugt wird.

Nur in den allerseltensten Fällen ist der Mikrograph gezwungen, einen senkrechten Apparat zu benutzen. Die bereits genannten Horizontal-Vertikal-Apparate (Fig. 1 u. 2) gestatten ohne weiteres Benutzung in wagerechter oder senkrechter Lage. Stellt man sich den Apparat selbst zusammen, so wird man am einfachsten das Mikroskop auf dem Fußboden anbringen

und darüber die Kamera an einem Stativkopf befestigen, welcher mit Kugelgelenk versehen ist.

Die gewöhnlichen, in flüssigen Medien eingebetteten Präparate gestatten in der Regel Anwendung der wagenrechten Kamera, wofern man nur das Deckgläschen mit einem Tröpfchen Wachs am Objektträger befestigt und die überschüssige Flüssigkeit mit Filtrierpapier aufsaugt. Die Mehrzahl der Mikrophotographen wird zeitlebens nicht in die Lage kommen, den senkrechten Apparat unbedingt anwenden zu müssen.

Objektive und Okulare.

Die Beschaffung von Objektiven, welche für die Mikrophotographie geeignet sind, bereitete früher nicht unerhebliche Schwierigkeiten. Es stellte sich nämlich heraus, daß die gewöhnlichen, für die Beobachtung recht guten Linsen höchst mangelhafte photographische Bilder liefern, da der optische Fokus mit dem chemischen nicht zusammenfällt. Die Optiker konstruierten daher für mikrophotographische Zwecke besondere Objektive, bei denen der Unterschied der beiden Brennpunkte in Fortfall kommt. Bei den heutigen verbesserten Hilfsmitteln kann man mit jeder Art von Objektiven gute Bilder fertigen; auf den Unterschied des optischen und chemischen Fokus braucht nicht mehr Rücksicht genommen zu werden. Daß die in jeder Beziehung vollendetsten Objektive, die Apochromate, auch die besten Bilder geben, unterliegt keinem Zweifel. Gleichwohl möge sich niemand betrüben, dem nicht die Mittel zur Anschaffung der Apochromate zur Verfügung stehen: Ein fleißiger, sorgfältiger Arbeiter bringt mit mangelhaften Systemen bessere Bilder hervor, als der oberflächliche Stümper mit den allerbesten Apochromaten.

Mit fünf verschiedenen Objektiven ist man im stande, Aufnahmen in jeder gewünschten Vergrößerung zu

machen: Für allerschwächste Vergrößerungen mit sehr großem Gesichtsfelde ist jedes Objektiv mit einer Brennweite von 7 bis 10 cm verwendbar. Verschiedene optische Institute fertigen für diese Zwecke besondere Objektive mit ungewöhnlicher Lichtstärke und vorzüglich geebnetem Gesichtsfelde. Hierher gehören die Mikroplanare von Zeiß, die Mikroluminare von Winkel in Göttingen und die Mikrosummare von Leitz in Wetzlar.

Fernerhin bedarf man eines Objektivs von 20 bis 30 mm Brennweite. Außer den entsprechenden Nummern der Mikroplanare, Mikrosummare und Mikroluminare kommen hierfür Projektionsobjektive in Betracht, wie sie gegenwärtig von jedem erstklassigen optischen Institut, welches sich mit dem Bau von Mikroskopen beschäftigt, in den Handel gebracht werden.

Die bisher besprochenen Objektive werden ohne Okular benutzt und sind an einem kurzen, weiten Tubus zu befestigen, weil sonst störende Reflexe an den Tubuswänden entstehen. Sie sind so konstruiert, daß der optische und chemische Brennpunkt zusammenfallen, so daß also die im folgenden zu besprechende Fokusdifferenz nicht vorhanden ist.

Bei allen stärkeren Objektiven ist die Benutzung eines Okulares notwendig, weil diese Objektive so konstruiert sind, daß die beste Vereinigung der Strahlen am Okularende des Tubus stattfindet. Entwirft man das Bild weitab auf der matten Scheibe, so bleibt die Strahlenvereinigung mangelhaft und das Bild infolgedessen minderwertig. Gleichzeitig hat man den Vorteil, daß durch das Okular eine Vergrößerung des vom Objektiv entworfenen Bildes stattfindet.

Von Objektiven genannter Art sind drei notwendig: ein solches von ungefähr 16 mm Brennweite, von 4 mm und von 2 mm (letzteres Ölimmersion). Die vollendetsten Bilder liefern die zuerst von Zeiß konstruierten

Apochromate. Nicht nur daß bei ihnen die Fokusdifferenz beseitigt ist, auch die Lichtstärke ist am größten, weil die Strahlenvereinigung die vollkommenste ist. Die Überlegenheit der Apochromate äußert sich am auffallendsten bei Aufnahmen mit Ölimmersionen. Mit einer Ölimmersion älterer Konstruktion läßt sich niemals diejenige Schärfe und Klarheit des Bildes wie mit dem Apochromat erreichen.

Wer sich besonders auf die Aufnahme schwer zu lösender Diatomeen verlegt, bedarf noch weiterer Objektive, welche auf diesem Sondergebiete den anderen Objektiven, selbst den Apochromaten, erheblich überlegen sind. Hier ist zuerst zu nennen die Monobromnaphthalin-Immersion von Carl Zeiß in Jena, welche ein ungewöhnlich hohes Auflösungsvermögen besitzt, und dann die für ultraviolettes Licht berechneten Monochromate (Quarzobjektive), ebenfalls von Zeiß. Über letztere werden wir in dem Abschnitte über „Aufnahmen mit ultraviolettem Licht“ ausführlicher sprechen.

Die gewöhnlichen Okulare sind für mikrographische Arbeiten nicht verwendbar. Man benutzt hierfür die Projektions-Okulare, von denen sich zwei verschiedene Nummern (Nr. 2 mit zweifacher, Nr. 4 mit vierfacher Vergrößerung) im Handel befinden. Eins derselben, und zwar das schwächere, reicht für die gewöhnlichen Arbeiten aus. Um das Bild mit Hilfe des Projektions-Okulares auf der Visierscheibe zu entwerfen, verfährt man folgendermaßen: Nach vorläufig bewirkter Einstellung des Präparates mittels eines gewöhnlichen Okulares wird an die Stelle des letzteren, ohne an der Tubuslänge etwas zu ändern, das Projektions-Okular eingeführt und die der Kamera zugewendete Linse desselben durch Heraus- oder Hereindreihen so lange verschoben, bis die im Okular befindliche Blende sich auf der Visierscheibe als Begrenzung des Gesichtsfeldes

scharf abbildet. Je geringer der Abstand der Scheibe vom Mikroskop ist, um so mehr muß die Projektionslinse herausgedreht werden. Die einmal ermittelte Länge des Okulares ist für dieselbe Kameralänge stets die gleiche. Eine am oberen Ende des Okulares angebrachte Kreisteilung erleichtert das Auffinden eines bestimmten Abstandes der beiden Okularlinsen.

Da das Auffinden der richtigen Okularlänge eine ziemlich mühselige Sache ist, konstruierte Zeiß neuerdings etwas abgeänderte Projektions-Okulare, welche mit einem Bandmaß zu benutzen sind. Der Käufer eines solchen Okulares, mit dem das Arbeiten sehr vereinfacht ist, erhält eine genaue Gebrauchsanweisung.

Wer nur über eine kurze Kamera verfügt, wird mitunter in die Lage kommen, zur Erzielung einer ausreichenden Vergrößerung ein stärkeres Okular benutzen zu müssen. Hierfür sind die Kompensations-Okulare gut verwendbar; doch ist einer langen Kamera mit schwachem Okular stets der Vorzug zu geben. Auf alle Fälle hüte man sich, die Vergrößerung weiter zu treiben, als zum genauen Erkennen aller Einzelheiten unbedingt erforderlich ist. Durch unnötiges in die Längeziehen büßen die Bilder an Wert ein.

Die in den Verzeichnissen der Objektive und Okulare in der Regel vorhandenen Angaben über Vergrößerung sind für die Mikrophotographie ganz wertlos. Der einfachste und sicherste Weg, die jedesmalige Vergrößerung genau zu berechnen, ist folgender: Ohne an der Aufstellung des mikrophotographischen Apparates etwas zu ändern, vertauscht man das aufgenommene Präparat mit einem Objektträger, auf dem ein Maßstab mit bekannter, sehr feiner Teilung angebracht ist¹⁾. Beträgt die Ent-

1) Carl Zeiß in Jena liefert Objekt-Mikrometer mit Teilung in 0,01 mm.

fernung der einzelnen Teilstriche voneinander beispielsweise in Wirklichkeit 0,01 mm, auf der Visierscheibe dagegen 1 cm, so ist die unter den obwaltenden Verhältnissen eingetretene Linear-Vergrößerung eine tausendfache. Kommt es darauf an, mit bestimmter, z. B. fünfhundertfacher Linear-Vergrößerung zu arbeiten, so hat man die Kamera so weit zu verlängern, bis der Abstand der Teilstriche auf der Visierscheibe 5 mm beträgt.

Die den gewöhnlichen Mikroskop-Objektiven anhaftende Fokusdifferenz (d. h. der Unterschied des optischen und chemischen Fokus) bereitete dem Mikrophotographen früher arge Schwierigkeiten. Das menschliche Auge besitzt besondere Empfindlichkeit für gelbe, geringe dagegen für blaue Strahlen. Bei der gewöhnlichen photographischen Platte ist die Sache umgekehrt. Nun fallen aber die Brennpunkte der verschiedenen, durch Glaslinsen gebrochenen Strahlengattungen nicht in einen Punkt zusammen. Liegt beispielsweise der Brennpunkt der gelben Strahlen in einer Entfernung von 50 cm vom Objekte, so liegt derjenige der blauen Strahlen vielleicht schon in einer solchen von 45 cm; würde man daher die lichtempfindliche Platte dort aufstellen, wo sich die vom Auge am besten wahrgenommenen gelben Strahlen schneiden, so würde das Negativ völlig unscharf ausfallen. Um diesen Übelstand zu beseitigen, konstruierte man besondere photographische Objektive, bei denen der optische und der chemische Fokus — also die Brennpunkte der gelben und blauen Strahlen — zusammenfallen. Einerseits sind aber diese Systeme teuer, andererseits erfüllen sie ihren Zweck nicht immer in vollkommener Weise. Die Apochromate gehören in die Klasse der Objektive ohne Fokusdifferenz.

Seit Einführung der orthochromatischen Platten ist der Mikrophotograph in der glücklichen Lage, auf die Fokusdifferenz nicht mehr Rücksicht nehmen zu brauchen:

Er verwendet Platten, welche auch für gelbe Strahlen hohe Empfindlichkeit besitzen und schließt die blauen Strahlen durch ein geeignetes Lichtfilter aus. Der Gedanke ist naheliegend, sich als Lichtfilter einer gelben Scheibe zu bedienen. Leider ist jedoch gelbes Glas hierzu wenig brauchbar, da es in der Regel eine große Menge blauer Strahlen hindurchtreten läßt. Wenn man mit einer künstlichen, an gelben Strahlen reichen Lichtquelle (z. B. mit Petroleumlicht) arbeitet, so ist eine gesättigte, wässrige Pikrinsäure-Lösung als Lichtfilter empfehlenswert. Man benutzt diese Lösung in Absorptionsküvetten mit planparallelen Wänden, wie solche z. B. durch die Firma Klönne & Müller (Berlin, Luisenstraße 49) zu beziehen sind. Wer mit einem an blauen Strahlen reichen Lichte, besonders mit Sonnenlicht oder elektrischem Bogenlicht, arbeitet, muß die Pikrinsäure-Lösung durch das Zettnowsche Filter ersetzen. Letzteres wird folgendermaßen hergestellt: Man löst 44 g Kupfervitriol, 4,25 g doppeltchromsaures Kali, 0,5 ccm Schwefelsäure in 250 bis 500 ccm Wasser. Diese Mischung kann noch weiter verdünnt werden; sie läßt in konzentriertem Zustande nur gelbgrüne Strahlen hindurchtreten, welche zwischen den Fraunhoferschen Linien *D* und *E* liegen. Gewöhnliche Bromsilberplatten besitzen für diese Strahlengattung eine höchst mangelhafte Empfindlichkeit. Man bedient sich daher der Erythrosinplatten, welche das Gelbgrün lebhaft empfinden. Dieselben lassen sich durch Baden gewöhnlicher Platten in Erythrosin-Lösung leicht herstellen. Ein gutes Rezept für Badeplatten ist folgendes: Vorratlösung 0,1 g Erythrosin (von Schuchardt in Görlitz) auf 50 ccm 95 proz. Alkohol. Zum Bade mischt man 100 ccm destilliertes Wasser mit 2,5 ccm dieser Vorratlösung und filtriert zum Abhalten der Staubpartikelchen. Hierin verbleiben — natürlich in der Dunkelkammer — die Platten 60 bis

70 Sekunden; dann läßt man dieselben 10 Minuten auf Fließpapier ablaufen und stellt sie entweder frei im dunklen Raume oder im Trockenschrank auf. Das Trocknen beansprucht je nach der Temperatur verschieden lange Zeit. Man verwende die Badeplatten frühestens 3 Tage nach dem Bade, da sie erst nach dieser Zeit ausgereift sind; sie halten sich dann 6 bis 8 Wochen; nach dieser Zeit tritt Neigung zur Schleierbildung auf.

Vorzüglich brauchbar für den Mikrophographen sind fernerhin die mit Erythrosin in der Emulsion gefärbten Silbereosinplatten von Perutz in München und die orthochromatischen Platten der Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation in Berlin. Beide Plattensorten halten sich jahrelang unverändert.

Benutzt also der Mikrophograph Erythrosinplatten und schließt die blauen und violetten Strahlen durch ein gelbes oder gelbgrünes Lichtfilter aus, so ist jeder Unterschied zwischen der Auffassung des menschlichen Auges und derjenigen der photographischen Platte geschwunden; die Fokusdifferenz kommt also in Fortfall.

Auf die älteren Methoden, die Fokusdifferenz unschädlich zu machen, brauchen wir hier nicht näher einzugehen, da sie nur noch geschichtlichen Wert besitzen.

Die Lichtquelle.

Von den zahlreichen Lichtquellen, welche im bürgerlichen Leben eine mehr oder minder ausgedehnte Verwendung finden, kommen für den Mikrophographen nur einige wenige in Betracht. Zerstreutes Tageslicht ist wegen seiner Unbeständigkeit und geringen chemischen Wirksamkeit unbrauchbar. Das vorteilhafteste bleibt unter allen Umständen direktes Sonnenlicht. Dasselbe besitzt den größten Reichtum an den ver-

schiedensten Strahlengattungen, so daß man, je nach der Art der auszuführenden Arbeiten, die Wahl treffen kann. In der Regel wird der Mikrophograph den gelbgrünen Abschnitt des Spektrums für sich beanspruchen und denselben in oben beschriebener Weise mit Hilfe von Zettnewschem Kupferchromfilter und Erythrosinplatte nutzbar machen. Es können jedoch auch Fälle eintreten, wo man mit den blauen und violetten Strahlen bessere Resultate erzielt, dort nämlich, wo es sich, wie bei Auflösung schwierigster Probeobjekte, um die Wiedergabe feinsten Streifen- und Punktsysteme handelt. Die Auflösung der Probeobjekte (z. B. *Surirella gemma*; *Amphilpleura pellucida*) geht nämlich um so leichter vor sich, je kurzwelliger das zur Beleuchtung verwendete Licht ist, je näher dasselbe also dem blauen und violetten Ende des Spektrums liegt. Nun hat aber, abgesehen von dem schwer zu beschaffenden elektrischen Bogenlicht, nur das Sonnenlicht einen solchen Reichtum an kurzwelligen Strahlen, daß es sich überhaupt mit denselben zu arbeiten verlohnt.

Benutzt man blaues Licht, so wird, um die Fokussdifferenz auszuschließen, ein blaues Lichtfilter, welches die gelben und roten Strahlen abfängt, eingeschaltet. Dann ist das Auge gezwungen, da die für letzteres wirksamere Strahlengattungen fehlen, für das blaue Licht scharf einzustellen, welches auch von der hier zur Verwendung kommenden, gewöhnlichen Bromsilberplatte am besten empfunden wird. Als blaues Lichtfilter verwendet man — ebenfalls in Küvetten mit planparallelen Wänden — die Kupferoxyd-Ammoniak-Lösung, welche man sich durch Auflösen von schwefelsaurem Kupferoxyd (Kupfervitriol) in Salmiakgeist (Ammoniak) herstellt (1 Teil fein gepulvertes Kupfervitriol auf 5 bis 6 Teile Salmiakgeist). Um bei diesem Verfahren die ultravioletten Strahlen, welche immerhin noch eine durch Fokussdifferenz herbei-

geführte Unschärfe veranlassen können, unschädlich zu machen, schaltet man neben der blauen Lösung eine Küvette ein, welche mit Äskulinlösung (1 g Äskulin auf 75 g Wasser) gefüllt ist. Eine solche Lösung verschluckt die ultravioletten Strahlen.

Noch günstiger gestalten sich bei der Auflösung schwieriger Probeobjekte die Verhältnisse, wenn man nur mit den violetten Strahlen des Sonnenlichtes arbeitet. Man erhält dieselben — unter Ausschluß der übrigen Strahlengattungen — bei Verwendung von folgendem Lichtfilter: Auflösung von 0,5 g Jod in 100 g Chloroform. Da aber dieses Filter außer den violetten auch rote Strahlen hindurchläßt, so müssen letztere durch das oben beschriebene Kupferoxyd-Ammoniakfilter abgefangen werden. Es sind also auch in diesem Falle zwei gesonderte Küvetten zu benutzen. Da das Auge für violette Strahlen wenig empfindlich ist, so wird das Gesichtsfeld hierbei stark verdunkelt.

Die Verwendung von Sonnenlicht, welches stets die kürzesten Belichtungen gestattet, bleibt für den Mikrophographen leider eine beschränkte, da es, wenigstens in unseren Breiten, nur selten zur Verfügung steht. Überdies ist seine Anwendung nicht ganz einfach. Um das lästige Wandern der durch einen reflektierenden Spiegel aufgefangenen Strahlen zu vermeiden, wird man gezwungen, einen Heliostaten anzuwenden, welcher eine erhebliche Ausgabe bedingt. Unangenehm ist ferner die große Wärme-Entwicklung und die durch vorüberziehende Wolken und Dünste schnell wechselnde Helligkeit.

Der beste Ersatz für Sonnenlicht, das elektrische Bogenlicht, kann nur ausnahmsweise beschafft werden. Elektrisches Glühlicht besitzt für den Mikrophographen keine Vorzüge vor der gewöhnlichen Petroleumlampe.

Vorzüglich brauchbar erweist sich Kalklicht. Den notwendigen Sauerstoff bezieht man in komprimiertem Zustande (von Dr. Th. Elkan, Berlin N., Tegeler Straße 15).

Wo Gasleitung nicht vorhanden ist, benutzt man Wasserstoffgas in komprimiertem Zustande (ebenfalls zu beziehen durch Elkan in Berlin), oder den Gasolin-Sauerstoffbrenner, wie er durch das Draegerwerk in Lübeck in den Handel gebracht wird. Die Äther-Sauerstoffbrenner sind wegen ihrer Feuergefährlichkeit nur mit großer Vorsicht anzuwenden.

Gewöhnliches Gaslicht (Schnitt- oder Argandbrenner) ist einerseits wegen großer Wärme-Entwicklung, anderseits wegen geringer chemischer Wirksamkeit, welche diejenige einer guten Petroleumlampe nicht erreicht, für den Mikrophographen wenig empfehlenswert. Vortrefflich bewährt sich dagegen das Auersche Glühlicht. Die chemische Wirksamkeit desselben ist bei geringfügigem Gasverbrauche etwa fünfmal größer, als diejenige des gewöhnlichen Argandbrenners.

In der überwiegenden Mehrzahl aller Fälle leistet das Licht einer guten Petroleumlampe die ausgezeichnetsten Dienste. Ein kleiner Rundbrenner ist vollständig ausreichend. Nur achte man darauf, daß die Flamme mit möglichst weißem Lichte brennt. Um dies zu erreichen, komme nur das beste Petroleum zur Verwendung; überdies ziehe man häufig einen frischen Docht ein. Auch die Stellung der am Zylinder befindlichen Einschnürung ist für die Beschaffenheit der Flamme von größter Wichtigkeit. Mitunter läßt sich dadurch, daß man den Zylinder ein wenig höher rückt, die Helligkeit des Lichtes verdoppeln.

Um auch ohne Sonnenlicht mikrophotographische Augenblicksbilder fertigen zu können, bedient man sich des Magnesium-Blitzlichtes. Den kürzesten Blitz,

verbunden mit größter Helligkeit, liefern die Blitzmischungen, und zwar steht unter denselben für den Mikrophographen das aus Magnesiumpulver und übermangansaurem Kali gemischte Blitzpulver oben an. Dasselbe besitzt großen Reichtum an gelbgrünen Strahlen, so daß es auch für die Erythrosinplatte in Verbindung mit dem Zettnowschen Lichtfilter verwendbar wird.

Man muß darauf bedacht sein, die weißen Magnesiadämpfe, welche sich mit Vorliebe auf den Flächen der Glaslinsen niederschlagen und diese in kurzer Zeit verderben, unschädlich zu machen. Man erreicht dies am einfachsten dadurch, daß man das Pulver in einer geschlossenen Holzkiste abbrennt, welche an einer Seite ein kleines Fenster besitzt. Außer diesem durch eine Spiegelglasplatte verschlossenen Fenster befindet sich an der Seitenwand eine kleine Oeffnung, durch welche die Entzündung stattfindet. Das für jede einzelne Belichtung unmittelbar vorher gemischte Blitzpulver (Berührung mit Metallen, ebenso wie Druck und Schlag vermeiden!) wird im Innern der Kiste nahe dem Fenster in länglichem Haufen aufgeschüttet. Neben diesem Haufen werden einige Körnchen von Schießpulver gelagert. Das Schießpulver und somit die Blitzmischung läßt sich leicht und sicher mit einem brennenden Wachsstock entzünden, den man durch die beschriebene kleine Öffnung in das Innere der sonst fest verschlossenen Kiste einführt. Die Kiste muß mindestens 30 cm im Geviert messen, damit die sich ausdehnenden Gase einen gewissen Spielraum haben. Man kann auch nach Hinwegnahme einer Kistenwand an der so entstandenen Öffnung einen Tuchsack anbringen. Die Gase entweichen dann in den sich aufblähenden Sack. Nach dem Abbrennen der Mischung bringt man die Kiste sogleich ins Freie, um den Rauch zu entleeren. Man übe bei Arbeiten mit Blitzmischungen große Vorsicht und brenne immer

nur kleine Mengen des Gemisches ab. Die scharfe Einstellung muß natürlich mit einer anderen künstlichen Lichtquelle, z. B. mit der Petroleumlampe, geschehen. Bei einiger Übung fällt es nicht schwer, das Blitzpulver genau auf diejenige Stelle zu bringen, wo sich bei der Einstellung die Petroleumlampe befand.

Über die Belichtungszeiten bei den verschiedenen Lichtquellen sei folgendes bemerkt: Sonnenlicht gestattet selbst bei tausendfacher Vergrößerung Augenblicks-Aufnahmen. Beim Arbeiten mit schwächeren Objektiven muß man das Licht durch konzentrierte Filter abschwächen, da sonst die Platten stets überexponiert sind. Es empfiehlt sich, zwischen Heliostat und Objektisch einen der in der Landschaftsphotographie üblichen Augenblicksverschlüsse anzubringen; doch trage man Sorge, daß nicht, während dieser Verschuß arbeitet, das Mikroskop erschüttert wird.

Das Abbrennen der Blitzpulver-Gemische vollzieht sich etwa in $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{20}$ Sekunden. Die Zeit ist also ausreichend kurz, um mäßig schnell bewegte Körper scharf abzubilden. Bei Dingen, die in sehr hastiger Bewegung begriffen sind, stellt sich leicht Unschärfe der Umrisse ein. Handelt es sich daher z. B. um Aufnahme schwimmender Infusorien, so warte man erst den Augenblick ab, wo die kleinen Lebewesen anfangen zu ermatten und in ihren Bewegungen weniger hastig zu werden. Man kann das Eintreten der Ermattung dadurch beschleunigen, daß man durch Fließpapier so viel Wasser absaugt, daß nur eine verschwindend dünne Schicht davon zwischen Objektträger und Deckglas verbleibt.

Bei Anwendung der Petroleumlampe schwanken die Belichtungszeiten zwischen wenigen Sekunden bei schwachen Objektiven und 2 bis 5 Minuten bei Ölimmissionen. Das an gelben Strahlen reiche Petroleumlicht bietet gegenüber denjenigen Lichtquellen, welche einen

großen Gehalt an blauen Strahlen aufweisen, einen besonderen Vorteil: Arbeitet man nämlich mit Objektiven, deren Fokusdifferenz keine allzu große ist, so wird es nicht nötig, ein besonderes, gelbes Lichtfilter einzuschalten. Hierdurch verkürzen sich naturgemäß die Belichtungszeiten, denn jedes Lichtfilter verschluckt eine erhebliche Menge Strahlen. Da nun bei sehr starken Trockensystemen und Immersionen die Fokusdifferenz stets geringfügig bleibt, so läßt man — natürlich unter Anwendung der Erythrosinplatte — das Lichtfilter fort und kommt mit verhältnismäßig kurzen Belichtungszeiten aus. Bei der Aufnahme eines gefärbten Bakterienpräparates in 1000facher Vergrößerung genügen 2 Minuten, um ein gut durchgezeichnetes Negativ zu erhalten.

Auersches Glühlicht gestattet im allgemeinen eine viermal kürzere Belichtungszeit als Petroleum. Doch muß man im Auge behalten, daß es hier wegen des größeren Reichtums an blauen Strahlen zumeist unstatthaft ist, das Lichtfilter fortzulassen, es sei denn, daß man mit Objektiven arbeitet, die frei von Fokusdifferenz sind. Letzteres gilt auch für Kalklicht, welches auf die photographische Platte 15 bis 20 mal so kräftig einwirkt als Petroleumlicht.

Die Beleuchtung

der Objekte bei mikrographischen Arbeiten unterscheidet sich nicht im geringsten von derjenigen bei der Okular-Beobachtung. Nur darf man nicht vergessen, daß sich das Auge daran gewöhnt, Fehler oder Nachlässigkeiten in der Beleuchtung zu übersehen. Die photographische Platte kennt eine solche Nachsicht nicht; will man daher tadellose Negative erzielen, so ist der Gang der einfallenden Lichtstrahlen mit aller Sorgfalt zu regeln. Eine der schwierigsten Aufgaben ist diejenige, das Gesichtsfeld völlig gleichmäßig zu be-

leuchten; eine helle und eine dunkle Seite im Bilde wirken abstoßend. Die photographische Platte ist nun gegen Helligkeitsunterschiede außerordentlich empfindlich; sie nimmt von denselben in unangenehmster Weise Notiz, wo man bei der Okularbeobachtung ein gleichmäßig helles Gesichtsfeld zu sehen glaubt. Die Güte des Bildes wird fernerhin nachteilig beeinflußt, wenn man von dem Präparate wesentlich mehr als das aufzunehmende Gesichtsfeld beleuchtet. Auch hier handelt es sich, wohlgermerkt, nicht um eine Besonderheit der Photographie; nur ist die Platte wiederum empfindlicher als das Auge gegen die Verflauung des Bildes, welche durch unregelmäßig von der Seite her in das Gesichtsfeld einschließende Strahlen erzeugt wird. Ferner darf man nicht außer acht lassen, daß die Farbenunterschiede, welche dem Auge die Erkennbarkeit aller Einzelheiten wesentlich erleichtern, im Bilde nur durch Helligkeitsunterschiede wiederzugeben sind, daß man also letztere möglichst auffällig machen muß, um ein anschauliches Bild des Gegenstandes hervorzubringen.

In erster Linie hat man dafür Sorge zu tragen, daß sich die Lichtquelle in der verlängerten Achse des umgelegten Mikroskoptubus befindet. Man erreicht dies mit großer Genauigkeit, wenn man an die Stelle der Beleuchtungslinsen eine möglichst enge Blende setzt und nach Entfernung des Objektivs in den nur mit einem schwachen Okular versehenen Tubus hineinblickt. Man hat dann die Lampe so lange zu verschieben, bis das Flammenbild in der Mitte des Okulares steht. Nun setzt man an die Stelle der engen Blende den Abbeschen Kondensator, befestigt ein Objektiv von ungefähr 30 mm Brennweite an dem Tubus und projiziert mit Hilfe des Okulares das Bild der Lichtquelle auf die matte Scheibe. Wenn dasselbe auf die Mitte der Mattscheibe fällt, ist die Stellung der Kamera richtig zentriert.

Arbeitet man mit schwächsten Systemen (d. h. mit solchen, die etwa 30 mm oder mehr Brennweite haben), so verfährt man bei der Beleuchtung derart, daß man mit Hilfe einer Sammellinse von 15 bis 20 cm Brennweite das Bild der Lichtquelle in die Blendenebene des Objektivs entwirft. Viel praktischer ist es jedoch, sich hier nicht an bestimmte Regeln zu binden, welche theoretischen Erwägungen ihre Entstehung verdanken, sondern in jedem einzelnen Falle durch den Versuch festzustellen, bei welchen Abständen der Beleuchtungslinse und Lampe vom Objektisch das aufzunehmende Gesichtsfeld die größte und gleichmäßigste Helligkeit zeigt. Man verfährt hierbei folgendermaßen: das vordere Ansatzstück der Kamera wird entfernt, um von vorn einen Einblick bis zur Visierscheibe hin zu gewinnen. Nun ersetzt man die Visierscheibe durch eine weiße Pappscheibe, bringt den mit dem Objektiv versehenen Tubus genau in die Stellung, welche er später bei der Aufnahme einzunehmen hat, entfernt das Präparat vom Objektische und probiert unter fortwährendem Verschieben von Lampe und Beleuchtungslinse so lange, bis der von vorn gesehene Lichtkreis auf der weißen Pappscheibe die größte und gleichmäßigste Helligkeit aufweist. Hierbei muß die Lampe in ziemlich beträchtlichem Abstände vom Objektische stehen, ungefähr in einem solchen von $\frac{3}{4}$ m. Erst nachdem die geeignetste Stellung von Lampe und Linse ermittelt ist, bringt man das Präparat wieder auf den Objektisch.

Um von dem ganzen Präparate- nur das aufzunehmende Gesichtsfeld zu erleuchten, bringt man unmittelbar unter dem Objektträger ein Blende an, welche ungefähr die Größe des Gesichtsfeldes hat.

Bei allen stärkeren Objektiven verfährt man folgendermaßen: Die Lichtquelle wird etwa 75 cm vom Objektische entfernt auf der optischen Bank angebracht. Un-

gefähr in die Mitte zwischen Lichtquelle und Objektisch kommt eine Sammellinse von 6 bis 10 cm Durchmesser und 12 bis 20 cm Brennweite. Nach Herausnahme des Okulares blickt man nunmehr in den Tubus und stellt die Irisblende des Abbeschen Kondensors so ein, daß der dritte Teil der freien Öffnung des Objektivs von Licht erfüllt ist. Hierauf verschiebt man die Sammellinse so lange, bis sie ein scharfes Bild der Lichtquelle auf die am Abbeschen Kondensor befindliche Irisblende wirft. Das Bild der Lichtquelle soll nicht wesentlich größer sein, als die Öffnung der Irisblende. Zum Schluß wird der Abbesche Kondensor so weit verschoben, daß die auf die Mitte der Sammellinse gehaltene Spitze einer Nadel zugleich mit dem Präparate im Mikroskop scharf erscheint. Nach dieser Methode erzielt man mit größter Leichtigkeit ausgezeichnet gleichmäßige Beleuchtung des Gesichtsfeldes.

Arbeitet man mit Lichtquellen, die, wie die Sonne oder elektrisches Bogenlicht, einen nur sehr kleinen Lichtpunkt liefern, so ist es vorteilhaft, in der Blenden-ebene des Abbeschen Kondensors eine Mattscheibe vom feinsten Matt anzubringen und auf derselben mit der Sammellinse das Bild der Lichtquelle zu entwerfen. Der Umstand, daß hierbei Licht verloren geht, spielt bei der großen Kraft dieser Lichtquellen keine Rolle. Man hat dafür den Vorteil, daß sich auch große Öffnungen der Irisblende mit gleichmäßigem Licht voll ausfüllen lassen, selbst wenn die Sammellinse nur so kurze Brennweite hat, daß das von ihr (ohne Mattscheibe) entworfene Bild der Lichtquelle die Öffnung der Irisblende bei weitem nicht ausfüllen würde.

Um, was unter allen Umständen vorteilhaft ist, vom Präparate nicht erheblich mehr als das aufzunehmende Gesichtsfeld zu erleuchten, verwendet man, da sich hier eine genügend kleine Blende unmittelbar unter dem

Präparat nicht ohne weiteres anbringen läßt, die Sehfeldblende, welche auf der optischen Bank in unmittelbarer Nähe der Sammellinse ihren Platz findet. Dieselbe ist eine große Irisblende und wird, während man in das Mikroskop hineinschaut, so klein gestellt, daß ihre Ränder das aufzunehmende Gesichtsfeld begrenzen.

Wichtig für das Zustandekommen eines guten Negatives ist die Breite des das Präparat beleuchtenden Lichtkegels. Im allgemeinen erweist sich sowohl für die Okular-Beobachtung, wie ganz besonders für die Photographie ein Beleuchtungskegel als vorteilhaft, dessen Apertur¹⁾ ungefähr ein Drittel von der Apertur des jeweilig benutzten Objectives beträgt, der also auch ein Drittel von der freien Öffnung des Objectives mit Licht erfüllt. Sieht man nach Herausnahme des Okulares in den Tubus hinein, so läßt sich ohne weiteres beobachten, welcher Teil der freien Objectivöffnung mit Licht erfüllt ist. Nach obiger Regel dürfte nur das mittlere Drittel der freien Öffnung hell erscheinen, während eine breite Randzone dunkel bleibt, und zwar muß dies helle, mittlere Drittel eine kreisförmige Begrenzung haben. Sieht man an Stelle eines hellen Kreises ein aufrechtes oder umgekehrtes Flammenbildchen, so ist an der Stellung der Beleuchtungslinsen so lange zu ändern, bis der helle Lichtkreis auftritt. Die besten Mittel, die Breite des beleuchtenden Lichtkegels in zweckentsprechender Weise zu regulieren, sind die Blenden. Ist der Abbesche Kondensator mit Irisblende versehen, so lassen sich die feinsten Abstufungen in der Breite des Lichtkegels herbei-

1) Wir müssen den Begriff der „Apertur“ als bekannt voraussetzen. Wer sich hierüber, sowie über die theoretische Entwicklung der verschiedenen, bei der Beleuchtung eine Rolle spielenden Fragen unterrichten will, findet Genaueres in: Dr. Neuhauß, Lehrbuch der Mikrophotographie, III. Auflage. Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

führen. Benutzt man nicht diesen Kondensor, sondern irgend eine Beleuchtungslinse, so bringt man eine Blende auf der optischen Bank zwischen dieser Beleuchtungslinse und der Lichtquelle an. Je kleiner man diese Blende wählt und je mehr man sie der Beleuchtungslinse nähert, um so mehr wird von dem beleuchtenden Lichtkegel abgeschnitten. Am einfachsten gestalten sich natürlich die Verhältnisse, wenn auch diese Blende als Irisblendung konstruiert ist.

Arbeitet man mit den schwächsten Systemen (30 mm Brennweite und mehr) so braucht man für die soeben beschriebene Einengung des beleuchtenden Lichtkegels nicht besonders Sorge zu tragen. Bei diesen Objektiven wird nämlich durch eine Blendung innerhalb des Systems oder durch Vorderblende so viel Licht abgeschnitten, daß, mag der beleuchtende Lichtkegel jede beliebige Breite haben, doch nur ein bestimmter Teil dieses Kegels zur Wirksamkeit gelangt.

Beim Photographieren gefärbter Bakterien erzielt man die besten Bilder, wenn der beleuchtende Lichtkegel möglichst breit ist. Um denselben bei Aufnahme mit Immersionen in seiner vollsten Breite, wie ihn der Abbesche Kondensor liefert, auszunutzen, empfiehlt es sich, die Frontlinse des Kondensors mit der Unterseite des Objektträgers durch einen Öltropfen zu verbinden. Je breiter hier der Lichtkegel ist, um so feiner und zarter erscheinen alle Einzelheiten des Bildes.

Bei denjenigen Immersionen, die eine ungewöhnlich hohe Apertur haben (Monobrom-Immersion von Zeiß), bedarf man, um die ganze Öffnung des Objectives auszunutzen, eines Beleuchtungsapparates von gleich hoher Apertur.

Schiefe Beleuchtung wird erzielt durch seitliche Verschiebung der im Kondensor oder auf der optischen Bank befindlichen Blenden. Über den Grad der Schräg-

heit des Lichtes kann man sich leicht vergewissern, wenn man nach Herausnahme des Okulares in den Tubus hineinblickt. Steht der kleine, helle Lichtkreis, welcher den Durchschnitt durch den beleuchtenden Lichtkegel darstellt, am äußersten Rande der sichtbaren, freien Öffnung des Objektivs, so ist die größtmögliche Schrägheit der Beleuchtung erreicht.

Handelt es sich darum, die Gegenstände mit auffallendem Lichte zu beleuchten, so schickt man mit Hilfe einer Sammellinse das Licht von oben auf das Präparat. Dies Verfahren ist jedoch unausführbar, wenn man mit Objektiven von kurzer Brennweite arbeitet.

Die beste und in allen Fällen anwendbare Methode der Beleuchtung mit auffallendem Lichte bleibt daher folgende: Zwischen Tubus T (Fig. 5) und Objektiv O bringt man ein kleines Rohr Z an, welches an einer Seite eine Öffnung a zum Eintritt der Strahlen besitzt.

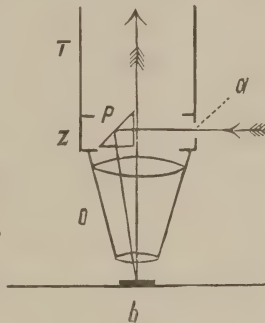


Fig. 5.

Eintritt der Strahlen besitzt. Die beleuchtenden Lichtstrahlen fallen auf ein total reflektierendes Prisma P , welches innerhalb des Rohres so befestigt ist, daß es die eine Hälfte der obersten Objektivlinse deckt; sie gehen also, nachdem sie das Prisma passiert haben, durch die linke Objektivhälfte abwärts auf das Präparat b und steigen durch die rechte zum Okular und zur photographischen Platte wieder auf. Bei der Bilderzeugung ist daher in diesem Falle nicht das ganze, sondern nur das halbe Objektiv beteiligt. Die Erfahrung lehrt, daß man, wofern nur die Stellung des Prismas richtig ist, auf diesem Wege vortreffliche Bilder erhält. Objektive dieser Art werden unter dem Namen „Vertikal-Illuminator“ z. B. von Zeiß in Jena geliefert.

Die Dunkelfeldbeleuchtung ist eine Abart der Beleuchtung mit auffallendem Licht, bei welcher man die totale Reflexion zur Beleuchtung des Präparates benutzt. Am einfachsten verwendet man hierfür den Abbeschen Kondensator und schneidet den mittleren Lichtkegel durch eine unter dem Kondensator angebrachte Zentralblende ab. Dann werden nur die seitlich einfallenden Strahlen, welche direkt in das Objektiv nicht eintreten können, teils an der Oberseite des Deckgläschens, teils an der Oberfläche des stark lichtbrechenden Objektes zurückgeworfen und lassen daher das Objekt hell erscheinen, während der Grund dunkel bleibt. Natürlich ist diese Methode nur bei durchsichtigen Präparaten verwendbar.

Will man auch die stärksten Objektive (Immersionen) für die Dunkelfeldbeleuchtung verwenden, so sind besondere, zentrale Blenden, wie sie z. B. Zeiß und Leitz liefern, oben in das Objektiv einzustecken. Im Abbeschen Kondensator wird dann nicht die zentrale Blende, sondern die gewöhnliche Irisblende benutzt.

Durch gute Dunkelfeldbeleuchtung erzielt man nicht nur wundervolle Beleuchtungseffekte; sie leistet auch bei der Auflösung von Diatomeen treffliche Dienste.

Aufnahmen mit ultraviolettem Licht.

Der Leistungsfähigkeit der Mikroskope sind Grenzen gezogen, einerseits durch die numerische Apertur der Objektive, welche sich vorläufig nicht über 1,60 steigern läßt, andererseits durch die Wellenlänge des zur Beleuchtung verwendbaren Lichtes. Je kleiner die Wellenlänge des Lichtes ist, je mehr sich dasselbe also dem violetten Ende des Spektrums nähert, um so feinere Einzelheiten (z. B. die Streifung auf den Kieselschalen der Diatomeen) lassen sich im Mikroskop erkennen. Das sonst bei mikrophotographischen Arbeiten in der Regel benutzte, gelb-

grüne Licht hat, ausgedrückt in milliontel Millimetern, die Wellenlänge 550. Gelingt es, mit einer halb so großen Wellenlänge (275; ultraviolette Zone) zu arbeiten, so würde die Leistungsfähigkeit des Mikroskopes um das Doppelte gesteigert sein. Der praktischen Ausführung stellen sich jedoch ganz außerordentliche Schwierigkeiten entgegen: Erstens ist ein so kurzwelliges Licht dem Auge nicht mehr sichtbar; ferner wird dasselbe von Glas nicht hindurchgelassen. Objektive, Okulare und Beleuchtungslinsen müssen also aus Bergkristall hergestellt werden, welcher ultraviolette Licht ungehindert hindurchtreten läßt.

Dr. August Köhler und Dr. M. von Rohr in Jena überwandern alle Schwierigkeiten und machten das ultraviolette Licht dem Mikrophographen dienstbar. Als Lichtquelle benutzt man den zwischen Magnesiumdrähten oder zwischen Kadmiumdrähten überspringenden elektrischen Funken. Ersterer hat, ausgedrückt in milliontel Millimetern, die Wellenlänge 280, letzterer die Wellenlänge 275. Dies Funkenbild wird durch Sammellinsen und Prismen, welche insgesamt aus Bergkristall gearbeitet sind, zu dem mit Bergkristall-Linsen versehenen Mikroskop geleitet. Auch Deckglas und Objektträger sind aus demselben Stoffe hergestellt. Das Einstellen geschieht durch ein Fluoreszenzokular, welches durch die ultravioletten Strahlen zur Fluoreszenz gebracht wird und hierdurch ein dem Auge sichtbares Bild erzeugt.

Einen mit allem Nötigen ausgestatteten mikrophographischen Apparat dieser Art liefert Zeiß in Jena.

Augenblicks-Aufnahmen ¹⁾

werden stets dann notwendig, wenn es sich um die Abbildung bewegter Gegenstände (schwimmender Infusorien

1) Sowohl in diesem, wie in den drei folgenden Kapiteln müssen wir uns ganz kurz fassen. Wer sich über den schwie-

u. s. w.) handelt. Erstes Erfordernis ist hierbei, daß die benutzte Lichtquelle einen hinreichenden Grad von Helligkeit besitzt, um in Bruchteilen einer Sekunde die Platte auszuexponieren. Daher kommt hierbei nur Sonnenlicht, elektrisches Bogenlicht und Magnesium-Blitzlicht in Frage. Man kann mit letztgenannter Lichtquelle in der früher beschriebenen Weise ohne weitere Hilfsmittel Augenblicks-Aufnahmen fertigen. Allerdings tappt man dann immer im Dunkeln, ob das aufzunehmende Objekt sich während des Blitzens überhaupt im Gesichtsfelde befindet. Um einen Überblick während oder doch wenigstens kurz vor der Aufnahme über das Präparat zu behalten, ersann man verschiedene Vorrichtungen, welche aber nur an besonders konstruierten Mikroskopen mit zwei Tuben verwendbar sind. Der eine Tubus ist für die Okularbeobachtung, der andere für die Verbindung mit der photographischen Kamera bestimmt. Ein unmittelbar über dem Objektiv angebrachtes, total reflektierendes Prisma leitet während der Beobachtung die Strahlen in den Okulartubus. Will man exponieren, so schiebt ein Fingerdruck das Prisma bei Seite und die Strahlen gelangen für den Bruchteil einer Sekunde zur photographischen Platte. Zur Beleuchtung ist hierbei Magnesium-Blitzlicht nicht verwendbar. Will man Reihen-Augenblicks-Aufnahmen machen, so wird ein kinemographischer Apparat, von dem das Objektiv abgenommen ist, mit dem Mikroskop in lichtdichte Verbindung gebracht.

Aufnahmen mit polarisiertem Licht

erfordern das Anbringen eines Polarisators (nach Abbe oder Hartnack-Prazmowski) in genau zentraler

rigen Stoff eingehender unterrichten will, findet Genaueres nebst den notwendigen Abbildungen in: Dr. R. Neuhauf, Lehrbuch der Mikrophotographie, III. Auflage. Verlag von S. Hirzel in Leipzig.

Stellung unter dem Kondensator. Das zweite, dem Polarisator entsprechende Kalkspat-Prisma, der Analysator, wird am besten über der oberen Linse des Projektions-Okulares eingeschaltet. Wegen der durch die Prismen herbeigeführten Lichtverluste ist die Verwendung sehr intensiven Lichtes zur Beleuchtung notwendig. Für mineralogische Studien kommen dabei besondere Mikroskopstative in Anwendung, die einen drehbaren, mit Kreisteilung ausgerüsteten Objektisch und einen unten mit Stellschrauben versehenen Tubus besitzen, welche genaue Zentrierung gestatten. Polarisator und Analysator haben eine die Drehungsgröße anzeigende Teilung.

Spektroskopische Aufnahmen.

Der für das Mikroskop bestimmte Spektralapparat mit dem Geradsichtsprisma wird bei mikrographischen Aufnahmen über dem Projektions-Okular befestigt. Letzteres besitzt zwischen dem Kollektiv- und Augenglas an Stelle der Blende einen durch Schrauben verstellbaren Spalt. Zum Zweck der Aufnahme wird nun zunächst das Geradsichtsprisma entfernt und mit der oberen Linse des Projektions-Okulares ein scharfes Bild des Spaltes auf der Platte entworfen. Innerhalb dieses Spaltbildes befindet sich dann das Bild des Objektes, um dessen Spektrum es sich handelt. Hierauf bringt man das Geradsichtsprisma vor die obere Linse des Projektions-Okulares.

Um das Spektrum eines zu untersuchenden Stoffes mit demjenigen eines bekannten Stoffes direkt vergleichen zu können, besitzt das Mikrospektroskop eine Vorrichtung, welche gestattet, neben dem Spektrum des zu untersuchenden Körpers dasjenige des Vergleichskörpers zu entwerfen.

Da bei diesen Aufnahmen die Fraunhoferschen Linien eine wesentliche Rolle spielen, so ist die Ver-

wendung von Sonnenlicht notwendig. Um vorhandene Absorptionsstreifen auch in denjenigen Abschnitten des Spektrums nachweisen zu können, für welche die gewöhnliche Platte keine Empfindlichkeit besitzt, ist man gezwungen, orthochromatische Platten anzuwenden.

Stereoskopische Aufnahmen

geschehen mit der halben Blende, der stereoskopischen Wippe, oder ohne jedes besondere Hilfsmittel, lediglich durch zweckmäßige Blendenstellung im Kondensor. Ersteres Verfahren, welches leicht auszuführen ist und bei Benutzung schwacher Objektive auch stets genügt, besteht in folgendem: Man bringt die halbkreisförmige Blende, welche die Hälfte der Frontlinse des Objectives bedeckt, unmittelbar vor dieser Linse an einem Messingrohr an. Dieses Messingrohr wird auf ein zweites Rohr derart aufgesteckt, daß es sich um letzteres drehen läßt. Ein an dem inneren Rohre eingelassener, kleiner Stift erlaubt dem mit einem halbkreisförmigen Schlitze versehenen äußeren Rohre genau eine halbe Drehung. Das innere Rohr paßt über das Objectiv hinweg auf das untere Ende des Tubus.

Arbeitet man mit recht schwachen Objectiven, so ist es sogar statthaft, die Hälfte der hinteren Linse mit einer schwarzen Pappscheibe zu bedecken und nach der ersten Aufnahme das Objectiv in der Schraubenverbindung mit dem Tubus eine halbe Drehung machen zu lassen. Am vorteilhaftesten bleibt es, wenn man die halbe Blende im Objectiv anbringt. Mit jeder der beiden Objectivhälften wird eine Aufnahme desselben Gegenstandes gemacht. Vereinigt man die beiden so gewonnenen Bilder im Stereoskop, so entsteht der Eindruck des Körperlichen.

Auf ganz ähnlichen Grundsätzen beruht die Anwendung der stereoskopischen Wippe. Das Präparat

liegt auf einer kleinen, am Objektisch angebrachten Wippe, welche gestattet, demselben eine derartige Lage zu geben, daß es mit der Ebene des Objektisches einen spitzen Winkel einschließt. Die beiden zum stereoskopischen Bilde zu vereinigenden Aufnahmen geschehen so, daß, nachdem die erste mit der Neigung des Präparates nach links vollzogen ist, die zweite mit einer Neigung des Präparates nach rechts vor sich geht.

Bei allen Aufnahmen, die mit dem Abbeschen Kondensor ausgeführt werden, erzielt man ohne irgendwelche weitere Hilfsmittel, nur durch die Blendenstellung im Kondensor, bei den Aufnahmen körperliche Wirkung.

Blickt man nach Herausnahme des Okulares in den Tubus, so muß bei richtiger Stellung des Kondensors und der Blende sich ein Bild zeigen, wie es in Fig. 6a dargestellt ist, d. h. nur das mittlere Drittel der freien Objektivöffnung ist mit Licht erfüllt, während die breite Randzone dunkel bleibt. Das helle, mittlere Drittel muß kreisrunde Begrenzung haben; es darf nicht etwa ein aufrechtes oder umgekehrtes Flammenbildchen zeigen.

Verschiebt man nun die unter dem Kondensor befindliche Irisblende nach rechts oder links, so ergeben sich die in Fig. 6b und 6c dargestellten Bilder. Letztere sind die richtigen Blendenstellungen bei Aufnahme der beiden stereoskopischen Bilder. Da durch den Wechsel der Blendenstellung die Vorbedingungen zum Zustandekommen eines körperlichen Bildes gegeben sind, so machen die nach dieser Methode hergestellten Aufnahmen einen trefflichen, plastischen Eindruck.

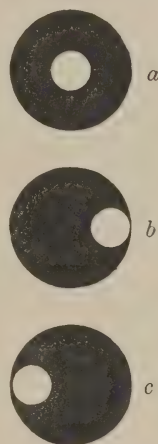


Fig. 6.

Das negative Bild.

Ist alles zur Aufnahme fertig und das Bild auf der Visierscheibe scharf eingestellt, so darf man, sobald mit starken Objektiven, besonders mit Immersionen gearbeitet wird, doch nicht sogleich zur Aufnahme schreiten. Wie bereits früher bemerkt, ändert sich in der ersten Zeit die Einstellung von selbst infolge von Durchdrücken der schweren Stativteile. Erst nach Eintritt völliger Ruhelage darf nach erneuter Scharfeinstellung belichtet werden. Arbeitet man mit den intensivsten Lichtquellen, welche kürzeste Belichtungszeiten gestatten, so ist es nicht so notwendig, das Mikroskop erst vollständig ablagern zu lassen. Immerhin muß man auch hier berücksichtigen, daß zwischen dem Scharfeinstellen, dem Einsetzen der Kassette und der endgültigen Verdunkelung des Gesichtsfeldes am Schluß der Exposition unter allen Umständen so viel Zeit verstreicht, daß, wofern das Mikroskop stark zur Lageveränderung neigt, selbst bei größter Beschleunigung der einzelnen Verrichtungen die Einstellung sich in sehr bemerklicher Weise ändern kann. Bei allen schwachen Objektiven darf diese freiwillige Veränderung der Einstellung vernachlässigt werden.

Die Belichtung der Platte hat nicht in der Weise zu geschehen, daß man bei hell beleuchtetem Präparate den Kassettenschieber öffnet und denselben nach Beendigung der Exposition wieder schließt. Bei diesem Verfahren würden Unschärfen unvermeidlich sein, da das Öffnen und Schließen des Schiebers niemals ohne Erschütterung der Kamera vor sich geht. Man verfährt vielmehr folgendermaßen: Vor dem Aufziehen des Schiebers wird das Gesichtsfeld durch Aufstellen einer geschwärzten Pappscheibe auf der optischen Bank verdunkeln. Nach Öffnen der Kassette geschieht die Belichtung der Platte dadurch, daß man diese Pappscheibe vorsichtig, ohne den Apparat zu erschüttern, entfernt

und sie dann zum Schluß der Exposition wieder an ihre Stelle bringt. Während dieser Zeit muß der Photograph durchaus neben dem Apparate auf einem Stuhle sitzen. Stehen ist gänzlich unzulässig, da schon durch geringfügige Bewegungen des Körpers Erschütterungen des Mikroskopes herbeigeführt werden.

Die Belichtungszeiten richten sich natürlich außer nach der Dicke und Färbung des Präparates, der Helligkeit der Lichtquelle und der Beschaffenheit der verwendeten Lichtfilter nach der Stärke der Vergrößerung, der Art der Objektive und der Empfindlichkeit der Platten. Genaue Angaben hierüber zu machen, ist unmöglich. Gewisse Anhaltspunkte gaben wir bereits in dem Kapitel, welches die Lichtquellen behandelt. Bei einiger Übung läßt sich die Länge der notwendigen Belichtungszeit gut abschätzen nach der Helligkeit des Bildes auf der matten Einstellscheibe.

Als Platten kommen nur Bromsilber-Trockenplatten in Betracht. Man wähle solche von nicht allzu hoher Empfindlichkeit, da sonst das grobe Korn stört und Schleierbildung schwer zu vermeiden ist.

Mit jedem Entwickler lassen sich, wenn er richtig gehandhabt wird, ausgezeichnete Resultate erzielen. Man bleibe daher stets bei dem Hervorrufener, auf den man sich eingeübt hat. Das Ausfixieren findet mit saurer Fixierlösung statt. Wir setzen voraus, daß der Mikrophotograph mit allen Dingen, deren Kenntniss zur Hervorrufung eines guten Negatives notwendig ist, genau vertraut sei. Andernfalls möge er seine Hände so lange von der Mikrophotographie lassen, bis er im stande ist, ein tadelloses Landschafts-Negativ hervorzurufen. Als Entwicklungsschalen sind zu empfehlen die durchsichtigen Zelluloïd-Kippschalen, da sie in vortrefflichster Weise die Überwachung des erscheinenden Bildes gestatten. Die Retusche, welche in der Porträt- und

Landschaftsfotographie eine große Rolle spielt, bleibt in der Mikrophotographie verpönt.

Das positive Bild.

Zum Kopieren mikrophotographischer Negative eignen sich die Chlorsilbergelatine- und Chlorsilberkollodium-Papiere viel besser als Albuminpapier, da letzteres die Feinheiten des Negatives nicht so gut wiedergibt. Man verabsäume nicht, die aufgezogenen und getrockneten Kopieen heiß zu satinieren. Die Einzelheiten des Bildes kommen erst hierbei voll zum Vorschein. Dem Papierbilde gewaltig überlegen ist das Glasbild (Diapositiv), welches man durch Kopieren des Negatives auf eigens hierzu präparierten Chlorsilberplatten herstellt. Man kopiert je nach der Dichte der Negative bei der Petroleumlampe 5 bis 30 Sekunden und entwickelt mit irgend einem der bekannten Hervorrüfer. Diese Bilder gewähren überdies den Vorteil, daß man sie mit Hilfe des Projektionsapparates in stark vergrößertem Zustande einem großen Kreise von Zuschauern vorführen kann.

Oft wird sich der Mikrophotograph die Frage vorzulegen haben: welches mechanische Vervielfältigungsverfahren soll zur Anwendung kommen, um die vorhandenen Negative für Druckwerke nutzbar zu machen? Zinkätzung liefert die am wenigsten befriedigenden Resultate in der Wiedergabe feinsten Einzelheiten. Lichtdruck ist verhältnismäßig billig, versagt aber bei mikrophotographischen Negativen viel häufiger, als bei der Wiedergabe von Porträt- und Landschaftsplatten. Die Heliogravüre ist die vollkommenste, aber auch die teuerste Methode der mechanischen Vervielfältigung. Die Silberkopie wird durch sie nicht erreicht.

Retusche bleibt bei dem positiven Bilde genau so unstatthaft, wie bei dem negativen.

Die Präparate.

Es ist nicht unsere Aufgabe, Genaueres über die Herstellung von mikroskopischen Präparaten zu sagen. Der Mikrophotograph soll jedes ihm dargebotene Präparat photographieren können. Da jedoch die Resultate un-
gemein abhängig sind von der Beschaffenheit der Präparate, so soll wenigstens kurz erörtert werden, welche Eigenschaften ein Präparat besitzen muß, damit es ein gutes mikrophotographisches Bild liefert. Die Hauptbedingung bleibt, daß es möglichst dünn sei und daß alle wesentlichen Einzelheiten, welche im Bilde gleichzeitig scharf erscheinen sollen, in derselben Ebene liegen. Bei der Okularbeobachtung kann man mit Hilfe der Mikrometerschraube auch an dicken Präparaten, wo das Wesentliche verschiedenen Ebenen angehört, einen guten Einblick gewinnen. Beim Photographieren kommt das Hilfsmittel der Tubusbewegung in Fortfall. Stets sei das Präparat mit einem Deckglase bedeckt. Über die Wahl der einzubettenden Medien kann der Mikrophotograph keine besonderen Vorschriften machen. Er hat das Objekt in dem Zustande zu photographieren, wie es nach der Ansicht des Präparators das beste Bild liefert. Nur vermeide man es, Präparate, die mit Immersionen aufzunehmen sind, in Wasser einzubetten. Durch fortwährendes Verdunsten ändert sich die Dicke der zwischen Objektträger und Deckgläschen eingeschlossenen Wasserschicht so schnell und ununterbrochen, daß der Abstand zwischen Objektträger und Deckgläschen beinahe stets wechselt. Hierdurch wird das Festhalten einer bestimmten Einstellung ungemein erschwert.

Eine wesentliche Rolle spielt die Färbung. Es ist viel zu wenig bekannt, daß ungefärbte Präparate — vielleicht mit einziger Ausnahme der Bakterien — die vortrefflichsten Bilder liefern. Bei wenig intensiver Färbung wird es mitunter kaum möglich, ein kräftiges Negativ

zu erhalten. Man kann sich hier die Sache erleichtern, wenn man Lichtfilter anwendet, und zwar solche, welche diejenigen Strahlen verschlucken, mit deren Farbe das Präparat gefärbt ist. Bei blauen oder violetten Objekten schiebt man daher in den Gang der Lichtstrahlen eine Küvette ein, welche mit konzentrierter, wässriger Pikrinsäure-Lösung oder noch besser mit Zettnowschem Kupferchromfilter gefüllt ist.

Die für die Photographie höchst vorteilhafte Braun- oder Schwarzfärbung läßt sich leider nur in vereinzelt Fällen ausführen.

Bei zu intensiver Färbung wird es schwer, Einzelheiten in diejenigen Abschnitte des Negatives hineinzubringen, welche den am stärksten gefärbten Abschnitten des Präparates entsprechen. Selbst außerordentlich verlängerte Belichtung hilft hier nicht immer.

Unangenehm bemerkbar machen sich im Negativ Farbstoffniederschläge, welche sich am Objektträger oder am Deckgläschen festgesetzt haben. Das Auge ist gewöhnt, derartige Zugaben im Präparate zu übersehen, während die lichtempfindliche Platte von denselben mit peinlichster Genauigkeit Notiz nimmt.



Wilhelm Knapp, Spezialverlag für Photographie, Halle a. S.
Kataloge kostenfrei.

Photographische Rundschau

und

Photographisches Centralblatt.

Zeitschrift für Freunde der Photographie.

Herausgegeben und geleitet von

Dr. R. Neuhaufs, und **F. Matthies-Masuren,**
Groß-Lichterfelde, Halle a. S.,
für den wissenschaftl. u. techn. Teil für den künstlerischen Teil.

**Erscheint monatlich zweimal und bringt jährlich
300 Vollbilder, darunter 12 Heliogravüren und zwei
Dreifarbendrucke nach Bildern der bedeutendsten
□ Kunstphotographen des In- und Auslandes. □**

Preis vierteljährlich Mk. 3,— für Deutschland, Oesterreich - Ungarn
und Luxemburg; Mk. 4,— fürs Ausland.

Probehefte kostenfrei.

Lehrbuch der Projektion.

Von

Dr. R. Neuhaufs - Groß-Lichterfelde.

Mit 66 Abbildungen. — Preis Mk. 4,—.

Die Photographie auf Forschungsreisen und die Wolkenphotographie.

Von

Dr. R. Neuhaufs.

Preis Mk. 1,—.

Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren.

Neue Untersuchungen und Ergebnisse.

Von

Dr. R. Neuhaufs.

Mit drei Textbildern und einer Lichtdrucktafel. — Preis Mk. 3,—.

Wilhelm Knapp, Spezialverlag für Photographie, Halle a. S.
Kataloge kostenfrei.

Lehrbuch der praktischen Photographie

von

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. **Adolf Miethe.**

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. — Mit 180 Abbildungen.

In Ganzleinenband gebunden Preis Mk. 10,—.

Anleitung zur Photographie

von

Oberstleutnant a. D. **G. Pizzighelli.**

Zwölfte vermehrte und verbesserte Auflage.

31. bis 33. Tausend.

Mit 222 in den Text gedruckten Abbildungen und 24 Tafeln.

Preis in elegantem Ganzleinenband Mk. 4,—.

Die Misserfolge in der Photographie und die Mittel zu ihrer Beseitigung.

Von

Hugo Müller.

I. Teil: **Negativverfahren.**

Mit 10 Figuren im Text, 8 Tafeln und einem ausführl. Sachregister.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. — Preis Mk. 2,—.

II. Teil: **Positivverfahren.**

Mit einem ausführlichen Sachregister.

Dritte vermehrte und verbesserte Auflage. — Preis Mk. 2,—.

Rezepte und Tabellen für Photographie und Reproduktionstechnik,

welche an der k. k. Graphischen Lehr- und
Versuchsanstalt in Wien angewendet werden.

Herausgegeben von

Hofrat Dr. **Josef Maria Eder,**

korr. Mitglied der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Direktor
der k. k. Graphischen Lehr- und Versuchsanstalt und o. ö. Professor an
der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Sechste Auflage. — Preis Mk. 2,50.



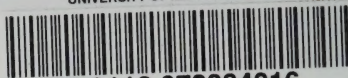
Aufgenommen mit
Goerz-Doppel-Anastigmat „Dagor“ 1:6,8 (Serie III).



Aufgenommen mit
Goerz-Doppel-Anastigmat Celor 1:4,8 (Serie Ib).

21. **Die photographische Retusche mit besonderer Berücksichtigung der modernen chemischen, mechanischen und optischen Hilfsmittel. Nebst einer Anleitung zum Kolorieren von Photographieen.** Von G. Mercator. 2. Aufl. Mk. 2,50.
22. **Die Anwendung der Photographie in der praktischen Messkunst.** Von Prof. Ed. Doležal. Mk. 3.
23. **Der Halbtonprozess.** Ein praktisches Handbuch für Halbtonhochätzung auf Kupfer und Zink. Von J. Verfasser. Aut. Uebersetz. a. d. Englischen von Dr. G. Aarland. Mk. 4.
24. **Leitfaden für die Ausübung der gebräuchlichen Kohle-druckverfahren nach älteren und neueren Methoden.** Von G. Mercator. Mk. 3.
25. **Die Photoglyptie oder der Woodbury-Druck.** Von L. Vidal. Mk. 6.
26. **Die Dreifarbenphotographie mit besonderer Berücksichtigung des Dreifarblendruckes u. s. w.** Von A. Freiherrn von Hübl. 2. Aufl. Mk. 8.
27. **Die Diapositiv-Verfahren.** Prakt. Anleit. zur Herstell. von Fenster-, Stereoskop- und Projektionsbildern u. s. w. Von G. Mercator. Mk. 2.
28. **Technik und Verwertung der Röntgenschen Strahlen im Dienste der ärztlichen Praxis und Wissenschaft.** Von Dr. O. Büttner und Dr. K. Müller. 2. Aufl. Mk. 7.
29. **Die Moment-Photographie.** Von Hauptmann L. David. Mk. 8.
30. **Die Verwendung künstlicher Lichtquellen zu Porträtaufnahmen und Kopierzwecken.** Von G. Mercator. Mk. 3.
31. **Die Entwicklung der photographischen Bromsilber-Gelatineplatte bei zweifelhaft richtiger Exposition.** Von A. Freiherrn von Hübl. 2. Aufl. Mk. 2,40.
32. **Der Lichtdruck an der Hand- und Schnellpresse samt allen Nebenarbeiten.** Von Prof. A. Albert. 2. Aufl. Mk. 7.
33. **Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren.** Neue Untersuchungen und Ergebnisse. Von Dr. R. Neuhauss. Mk. 3.
34. **Anleitung zur Herstellung von negativen und positiven Lichtpausen auf Papier, Leinen, Seide u. s. w., mit Berücksichtigung der Bedürfnisse des praktischen Photographen.** Von G. Mercator. Mk. 3.
35. **Sammeln und Verwerten edelmetallhaltiger, photographischer Abfälle zwecks Verminderung der Kosten der photographischen Bilderzeugung.** Von R. Rosenlecher. Mk. 1.
36. **Die chemischen Vorgänge in der Photographie.** Sechs Vorträge von Dr. R. Luther. Mk. 3.
37. **Die Photokeramik und ihre Imitationen.** Von G. Mercator. Mk. 3.
38. **Die verschiedenen Methoden des Lichtdruckes.** Von Prof. A. Albert. Mk. 2,40.

Jedes Heft ist einzeln käuflich.



Verlag von Wilhelm Knapp in Halle a. S.

39. **Die Entwicklung der photographischen Bromsilbertrockenplatte und die Entwickler.** Von Dr. R. A. Reiss. Mk. 4.
40. **Wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Photographie.** Von Dr. Lüppo-Cramer. Mk. 4.
41. **Das photographische Objektiv.** Eine gemeinverständliche Darstellung von H. Scheffler. Mk. 2,40.
42. **Die Ferrotypie.** Anleitung zur Ausübung der verschiedenen älteren und modernen Ferrotypverfahren auf Kollodion, Kollodionemulsion und Bromsilbergelatine mittels Tages- und Blitzlicht. Von G. Mercator. Mk. 2.
43. **Die Wasser-Spiegelbilder.** Angaben für Zeichner, Maler und Photographen. Von Prof. Dr. P. Saleher. Mk. 1,50.
44. **Anleitung zum Kolorieren photographischer Bilder jeder Art mittels Aquarell-, Lasur-, Oel-, Pastell- und anderen Farben.** Von G. Mercator. Mk. 2,40.
45. **Der Schutz der Photographieen und das Recht am eigenen Bilde.** Von H. Schneickert, Rechtsprakt. Mk. 5.
46. **Chemie für Photographen.** Unter besonderer Berücksichtigung des photographischen Fachunterrichtes. Von Dr. F. Stolze. Mk. 4.
47. **Die Ozotypie.** Ein Verfahren zur Herstellung von Pigmentkopieen ohne Uebertragung. Von A. Freiherrn von Hübl. Mk. 2,—.
48. **Das Arbeiten mit Rollfilms.** Von H. Müller. Mk. 1,50.
49. **Optik für Photographen.** Unter besonderer Berücksichtigung des photographischen Fachunterrichtes. Von Dr. F. Stolze. Mk. 4.
50. **Dreifarbenphotographie nach der Natur** nach den am Photochemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin angewandten Methoden. Von Prof. Dr. A. Miethe. Mk. 2,50.
51. **Der Gummidruck.** Von Dr. Wilhelm Kösters. Mk. 3.
52. **Ueber radioaktive Energie** vom Standpunkte einer universellen Naturanschauung. Von Prof. H. Krone. Mk. 1.
53. **Praktische Anleitung zur Ausübung der Heliogravüre.** Von Sigmund Gottlieb. Mk. 1,50.
54. **Die Tonungsverfahren von Entwicklungspapieren.** Von Dr. E. Sedlaczek. Mk. 4.—.
55. **Der Porträt- und Gruppenphotograph beim Setzen und Beleuchten.** Von Ernst Kempke. 2. Auflage. Mk. 1,20.
56. **Das Arbeiten mit modernen Flachfilmpackungen.** Von G. Mercator. Mit 8 Abbildungen. Mk. 1,—.
57. **Das photographische Urheberrecht** nach dem Gesetze vom 9. Januar 1907. Von Fritz Hansen. Mk. 2,40.
58. **Photographische Probleme.** Von Dr. Lüppo-Cramer. Mit 25 Photogrammen. Mk. 7,50.

Jedes Heft ist einzeln käuflich.