schuß von Formaldehyd und Natronlauge bei Goldchlorid vollständig. Wir konnten hier unter keiner Bedingung eine Entwicklung von Wasserstoff nachweisen, wie sie nicht nur beim Silber, sondern auch beim Kupferoxydul ⁴⁾ prompt eintritt.

An dieser Stelle sei auch noch folgende Beobachtung mitgeteilt. Verwendet man nämlich ein Kalium- oder Natriumhydroxyd, das zur Entfernung der Potasche mit Alkohol gereinigt wurde, so konnte nur in einem einzigen

Falle eine minimale Ausfällung erhalten werden, während in allen übrigen Fällen prächtig gefärbte Kolloidlösungen erhalten wurden in tiefgrün, tiefviolett, indigoblau bis zur schönsten Permanganatfarbe. Bei der einzigen Ausfällung ergab das Filtrat bei gelindem Erwärmen eine tiefblaue Kolloidlösung. Es zeigt sich also auch hier, daß der Alkohol die Ausfällung des Goldes verhindert, dagegen ein ausgezeichneter Kolloidator ist.

Spiegelkondensor für ultramikroskopische Beobachtungen.

Von Oskar Heimstädt.

(Mitteilung aus den optisch-mechanischen Werkstätten von C. Reichert in Wien.)

Der neue Beleuchtungsapparat für ultramikroskopische Zwecke der Firma C. Reichert in Wien wurde zum ersten Male anlässlich der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Stuttgart demonstriert. Herr Karl Reichert besprach denselben in einem Vortrag in der Sektion für innere Medizin.

Die vorliegende Abhandlung verfolgt den Zweck, eine erschöpfende Beschreibung des neuen Kondensors und der in Verbindung mit diesem zu verwendenden Hilfsapparate zu geben und seine Wirkungsweise klarzulegen.

Die Einrichtungen zur Sichtbarmachung ultramikroskopischer Teilchen nach Siedentopf und Zsigmondy beruhen, wie allgemein bekannt, auf dem Prinzip der intensiven Beleuchtung der kleinsten Teilchen und Beobachtung derselben unter vollständiger Ausschaltung der beleuchtenden Strahlenbündel. Durch die Methode der extrafokalen Beleuchtung, bei welcher die Achse des Beleuchtungsbildes senkrecht auf der des mikroskopischen steht, wird dieses Prinzip am sinnfälligsten verwirklicht. Von Siedentopf stammt außerdem noch eine andere Anordnung zur Untersuchung von Deckglaspräparaten, welcher eine höhere Bedeutung zukommt. Bei dieser Anordnung haben Beleuchtungsbild und mikroskopisches Bild eine gemeinsame optische Achse. Das Bild der Lichtquelle wird mittels eines besonderen Kondensors von geringer Brennweite und kleiner numerischer Apertur (0,2) in die Präparatenebene projiziert. Das Beobachtungsobjektiv, eine Wasser- oder Oelimmersion, ist so abgeblendet, daß die beleuchtenden Büschel auf geradem Wege nicht in das Auge gelangen können, sondern nur die im Präparat abgelenkten Strahlen, welche das mikroskopische Bild er-

zeugen. Dieser Abbildungsvorgang stellt gewissermaßen die Umkehrung der bisherigen Beleuchtung im dunklen Felde dar, bei welcher die Beleuchtung des Objektes durch Strahlen größerer und die Beobachtung durch Strahlen kleinerer Apertur erfolgt.

Fig. 1.

Es lag nun der Gedanke nahe, die alte Methode der Dunkelfeldbeleuchtung dem neuen Zweck dienstbar zu machen ¹⁾. Die gewöhnliche Anordnung, bei welcher die inneren Strahlen

¹⁾ Später habe ich erfahren, daß Dr. H. Siedentopf in einem Vortrage, gehalten in der Gesellschaft der Charité-Aerzte (Berliner klin. Wochenschr., 1904, Nr. 32), schon auf diese Möglichkeit hingewiesen hat.

⁴⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 20, 144 (1887).

der Beleuchtungsbüschel durch eine Sternblende ausgeschaltet werden, konnte natürlich nicht beibehalten werden, da die starke Reflexbildung innerhalb des Abbe'schen Kondensors, der doch aus mindestens 2 Linsen besteht, bei der großen Intensität der Lichtquelle das Zustandekommen eines genügend dunklen Feldes verhindert hätte.

Es konnte nur ein Hilfsmittel in Betracht kommen, bei welchem eine Teilung des Lichtes vermieden und die Entstehung nur einer Abbildung der Lichtquelle gesichert war.

Dieses Hilfsmittel fand sich in Gestalt einer Spiegellinse von plankonvexer Form, wie die Fig. 1 zeigt. Der mittlere Teil der gekrümmten Fläche ist parallel zur ersten und plan abgeschliffen, der äußere, ringförmige Teil ist versilbert. Die Linse ist so gefaßt, daß die abgeschliffene Fläche vollständig frei liegt. Dicht vor die innere, plane Fläche ist eine ausklappbare Stempelblende gesetzt, welche alle Strahlen mit niedrigerer numerischer Apertur als 1,05 abhält. Die numerische Apertur der Spiegellinse hat den Wert 1,30. Um ein Eindringen der Immersionsflüssigkeit in das Innere des Kondensors zu vermeiden, ist die gekrümmte Fläche an ihrem mittleren Teil mit einem zylinderförmigen Anschliff versehen, um welchen ein dünner Lederring gelegt ist. Die Kappe, welche die Spiegellinse in ihrer Lage hält, preßt sich gegen den Lederring und bewirkt so eine genügende Abdichtung. Der Kondensor wird an die Stelle des gewöhnlichen Abbe'schen Beleuchtungsapparates gebracht, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die freiliegende Fläche sich in einer Ebene mit der Tischfläche des Mikroskopes befindet.

Zur vollen Ausnützung der Leistungsfähigkeit des Spiegelkondensors sind Objektträger von ganz bestimmter Dicke, 2 mm, notwendig. Sind die Objektträger auch nur ein wenig dicker oder dünner, so erscheinen die ultramikroskopischen Teilchen in verminderter Helligkeit. Ein zweites unbedingtes Erfordernis ist das Bestehen einer homogenen Verbindung von Objektträger und Kondensoroberfläche.

Die Notwendigkeit der Verwendung von Objektträgern bestimmter Dicke ist wohl der einzige Uebelstand, den diese Anordnung gegenüber der von Siedentopf aufweist. Um diesem zu begegnen, wurde eine etwas abweichende Form eines Spiegelkondensors konstruiert, welche zum Unterschied von der vorherbeschriebenen, welche die Bezeichnung Typus A führt, durch die Bezeichnung Typus B gekennzeichnet ist. Bei diesem tritt an Stelle der sphärischen Fläche

der Mantel eines Kegelstumpfes, welcher die Strahlen der Lichtquelle direkt auf das Präparat wirft, ohne daß dieselben auf die vordere Planfläche auftreffen und dort eine nochmalige, totale Reflexion erleiden. Der Einfallswinkel ist bedeutend größer als der Grenzwinkel der Totalreflexion. Infolgedessen ist die Versilberung der spiegelnden Fläche nicht notwendig. Eine starke Konzentration des Lichtes ist auch bei diesem Kondensor vorhanden, allerdings nicht in dem Maße, als es bei dem Spiegelkondensor Typus A der Fall ist. Doch hat diese Anordnung den Vorteil, daß man Objektträger von ca. 1—2,5 mm Dicke mit gleichem Vorteil verwenden kann. Innerhalb dieser Grenzen bleibt die Wirkung fast dieselbe, was darin seinen Grund hat, daß bei verschiedenen dicken Präparatträgern verschiedene Zonen des Kondensors in Aktion treten. Die Lichtstärke des Kegelstumpfkondensors ist aber merklich geringer, weshalb seine Verwendung nur beim Vorhandensein von Bogenlicht angezeigt ist.

Zur Beleuchtung können alle Lichtquellen von größerer Intensität, als elektrisches Bogenlicht, Nernstlicht, elektrisches Glühlicht, Kalklicht usw. verwendet werden. Bei Anwendung von Sonnenlicht muß durch eine vorgeschaltete Irisblende die Lichtzufuhr etwas herabgesetzt werden. Bei Verwendung von Lichtquellen mittlerer Intensität, z. B. Nernstlicht, empfiehlt es sich, die Lichtquelle möglichst nahe an das Mikroskop zu bringen und eine starke Beleuchtungslinse dazwischen zu schalten. Ein geübtes Auge vermag sogar bei gewöhnlichem Auerlicht die ultramikroskopischen Teilchen im menschlichen Blute zu erkennen; ebenso sind die Einzelheiten mancher Bakterien sehr gut wahrnehmbar, doch kann das Auerlicht derzeit für ultramikroskopische Zwecke nicht in Frage kommen.

Das Arbeiten mit dem Spiegelkondensor ist verhältnismäßig einfach. Es ist ein unerlässliches Erfordernis, daß der Kondensor zur Tischfläche und zum optischen Teil des Mikroskopes vollkommen zentriert ist. Die Oeffnung des Tisches muß sehr groß sein, damit der Kondensor nicht anstößt und seine oberste Fläche mit dem auf dem Tisch befindlichen Objektträger in Kontakt treten kann.

Bei der Beobachtung eines gewöhnlichen Deckglaspräparates verfährt man folgendermaßen: Der Objektträger von 2 mm Dicke wird sehr sorgfältig gereinigt und auf den Objektisch gelegt, nachdem man auf die Kondensoroberfläche einen Tropfen Zedernöl gebracht hat.

Mit Hilfe eines geeigneten, halb spitzen Stäbchens bringt man dann eine möglichst geringe Menge der zu untersuchenden Flüssigkeit auf den Objektträger und bedeckt diese mit einem ebenfalls auf das sorgfältigste gereinigten Deckglase. Man bemerkt dann sofort den ziemlich starken Schimmer, den die abbeugenden Teilchen in dem Präparat verbreiten. Besonders deutlich heben sich die Schatten der die Stempelblende tragenden Spreizen ab, welche auch als Hilfsobjekt dienen, um die genaue Zentrierung des Bildes zu bewerkstelligen. Das geschieht einfach mit Hilfe des Mikroskopspiegels, welcher so lange hin- und herbewegt wird, bis die Spreizen das Gesichtsfeld des zur Zentrierung ebenfalls notwendigen schwachen Mikroskopobjektives in drei gleiche Segmente teilen. Erst dann beobachtet man mit stärkeren Objektiven und Okularen. Als die günstigste Kombination hat sich die Zusammenstellung eines Objektives Nr. 5 und eines Kompensationsokulares Nr. 18 erwiesen. Doch kann man auch stärkere Trockenobjektive mit gutem Erfolg anwenden. Bei unbekannten, diffizilen Objekten ist es geraten, die Stempelblende wegzuklappen und bei gewöhnlichem Licht und Hohlspiegelbeleuchtung eine Einstellung auf Hilfsobjekte (Gewebestücke, Blutkörperchen, Unreinlichkeiten usw.) vorzunehmen.

Als Hilfsapparate kommen in erster Linie bei dem Kondensor Typus A die bereits erwähnten Objektträger von 2 mm Dicke in Betracht, welche besonders sorgfältig bearbeitet sein müssen. Das gleiche muß auch von den Deckgläschen gefordert werden, denn keine andere Methode ist eher dazu angetan, Unregelmäßigkeiten der polierten Oberfläche eines Glaskörpers bemerkbar zu machen, als die der Beleuchtung im dunklen Felde. Wie schon weiter oben bemerkt, können bei dem Kondensor Typus B Objektträger von 1—2,5 mm Dicke Verwendung finden. Die günstigste Wirkung ergibt sich bei 1,5—2 mm Dicke.

Wenn das Präparat durch Wachs oder ähnliche Mittel von der Luft sorgfältig abgeschlossen wird, so hält es sich mehrere Tage. Ohne Abschluß wird es schon nach kurzer Zeit unbrauchbar. Für Präparate, welche eine längere

Fig. 2.

Zeit für Untersuchung tauglich sein sollen, ist eine sehr einfache Kuvette bestimmt, welche die Fig. 2 zeigt. Sie besteht aus einem Objekt-

träger, auf welchem ein mit einem kreisförmigen Ausschnitt von 10 mm Durchmesser versehenes dünnes Glasplättchen aufgeklebt ist. Je nach Bedarf erhält dieses Plättchen eine Stärke von $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$ oder $\frac{3}{10}$ mm Dicke, so daß ein Hohlraum von der Form eines flachen Zylinders entsteht. Dieser Hohlraum wird mit der zu untersuchenden Flüssigkeit angefüllt, durch ein Deckgläschen geschlossen, und wenn nötig abgedichtet. Die weitere Behandlung ist dieselbe wie bei einem gewöhnlichen Deckglaspräparat.

Fig. 3.

Zur kontinuierlichen Untersuchung einer größeren Flüssigkeitsmenge dient die in Fig. 3 abgebildete Vorrichtung. In der Hauptsache besteht diese aus einer langgestreckten, in Form und Dimensionen einem Objektträger ähnlichen Kammer, welche an ihren schmalen Seiten eine Zufluß- und eine Abflußöffnung hat. Durch einen Gummischlauch steht diese Kammer mit einem etwas erhöht auf einem Stativ befestigten Glastrichter in Verbindung, welcher zwecks beliebiger Unterbrechung der Zirkulation durch einen Hahn abgesperrt werden kann. Der mittlere Teil der Wasserkammer besteht aus einer, den Boden des Gefäßes bildenden dünnen Glasplatte von 0,5 mm Dicke, der Deckplatte

von derselben Form und zwei Zwischenstücken von 1 mm Dicke und sichelartigem Aussehen. Ein säurefester Kitt verbindet das Ganze, so daß die Kammer einen Hohlraum umschließt, welcher als Grundfläche eine langgestreckte Ellipse hat, an deren schmalen Seiten sich die Einfluß- bzw. Abflußöffnungen befinden und dessen Höhe 1 mm beträgt. Durch ebenfalls angekittete Seitenstücke von besonderer Form, welche in dünne Glasröhren enden, wird die Kammer abgeschlossen. Die Grundplatte trägt in der Mitte eine kegeltumpfförmige Erhöhung, welche in einen kreisförmigen Ausschnitt der Deckplatte hineinragt. Zwischen der oberen Fläche der Deckplatte und der oberen Fläche des Kegeltumpfes besteht eine Differenz von 0,2 mm. Der kreisförmige Ausschnitt der Deckplatte wird durch ein Deckglas verschlossen. Dieses ist nicht aufgeklippt, sondern wird durch 2 Klemmen, welche in der metallenen Einfassung der Kammer stecken, gegen die Deckplatte gepreßt. Bei etwaigen Beschädigungen desselben kann es leicht durch ein anderes ersetzt werden. Auch die Reinigung der Kammer wird durch das abnehmbare Deckglas sehr erleichtert.

Für größere Laboratorien, in denen an mehreren Mikroskopen zugleich beobachtet wird, empfiehlt sich die in Fig. 4 skizzierte Anordnung. Bei dieser kann eine größere

Fig. 4.

Anzahl von Mikroskopen, die im Halbkreise aufgestellt sind, durch eine Lampe beleuchtet werden. Je größer die Zahl der Mikroskope ist, um so weiter entfernt müssen die Instrumente von der Lichtquelle plaziert werden und demgemäß muß auch diese eine größere Helligkeit haben.

II.

Die Wirkungsweise des Spiegelkondensors vom Typus A wird durch die Fig. 5 erläutert. Die Lichtstrahlen der Lampe fallen auf den

Planspiegel Sp des Mikroskopes, treten durch die vordere plane Fläche des Kondensors fast ohne Ablenkung und treffen die Spiegelfläche bei b , setzen ihren Weg über b' , wo sie eine totale Reflexion erleiden, fort und vereinigen sich schließlich in der Präparatenebene zu einem achromatischen, aber sonst sehr unvollkommenen Bilde der Lichtquelle. Infolge der großen sphärischen Abweichung der spiegelnden Fläche

Fig. 5.

treffen die in verschiedenen Entfernungen von der Achse eintretenden Strahlen nicht in einem Punkt zusammen, sondern sie schneiden sich in einer kaustischen Kurve. In dem Ort der engsten Einschnürung derselben liegt die Bildebene. Die ungenügende Strahlenvereinigung tut der Helligkeit keinen wesentlichen Abbruch, da infolge der endlichen Ausdehnung der Lichtquelle jeder Punkt der mittleren Partie des Bildes, welche bei dem geringen Durchmesser des mikroskopischen Gesichtsfeldes für die Beobachtung allein in Betracht kommt, von Strahlen jeglicher numerischer Apertur durchsetzt wird, soweit diese nicht durch Form und Größe der Blende beschränkt wird. In dem vorliegenden Fall wird jeder im Gesichtsfelde eines stärkeren Mikroskopobjektives befindliche Punkt von Strahlen getroffen, die eine numerische Apertur von 1,05—1,3 haben. Nach dem Durchsetzen des Präparates werden die Strahlen der Lichtquelle an der Oberfläche des Deckglases total reflektiert und verlassen den Kondensor auf einem Wege, welcher dem ursprünglichen, von der Lichtquelle zum Präparat, sehr ähnlich ist.

Infolge der totalen Reflexion der Beleuchtungs-
büschel an der Oberfläche des Deckglases kann

kein direktes Licht aus dem Präparat treten, sondern nur die im Präparat abgelenkten Strahlen von geringerer numerischer Apertur als 1. Es kann infolgedessen mit jedem beliebigen Trockenobjektiv beobachtet werden, selbst mit denen, welche die höchste Apertur (0,97) aufweisen²⁾.

Es liegt übrigens die Aufgabe sehr nahe, die aus den Lichtstärken von Kondensor und Objektiv resultierende Helligkeit des Ultramikroskopes bei verschiedener Größe der numerischen Apertur von Objektiv und Kondensor festzustellen. Denn ebenso gut können noch Strahlen niedrigerer Apertur zur Beleuchtung des Objektes verwendet werden, wenn die Apertur des Beobachtungsobjektives entsprechend herabgesetzt würde. Es würden z. B. keine besonderen Schwierigkeiten auftreten, wenn der Kondensor die Apertur 1,3—0,8 erhielte, und mit einem Objektiv von der numerischen Apertur 0,7 beobachtet würde, oder es sei die Apertur des Kondensors 1,3—1,2, das Objektiv eine Wasserimmersion mit der Apertur 1,1.

Es werde vorausgesetzt, daß die Brennweite beider Systeme und die Vergrößerung des zusammengesetzten Mikroskopes stets die gleiche seien. Dann ist die absolute Helligkeit des Ultramikroskopes offenbar eine Funktion der lichtgebenden Blendenflächen von Objektiv und Kondensor, ausgedrückt durch die Quadrate ihrer numerischen Aperturen. Wenn die numerische Apertur der Randstrahlen des Kondensors $=a$ gesetzt wird, die numerische Apertur der am Rande der Stempelblende vorübergehenden $=a_1$ und die Apertur des Objektives $=a_2$, so hat man die Beziehung $(a^2 - a_1^2) a_2^2 = H$, worin H die absolute Helligkeit des gesamten Ultramikroskopes bei einer bestimmten Intensität der Lichtquelle darstellt. Nimmt man nun a_1 und a_2 als gleich an, (was theoretisch zugänglich ist, praktisch aber undurchführbar wäre) und setzt für $a_1 = a_2 = x$, so geht die Gleichung über in $(a^2 - x^2) x^2 = H = y$. a wird als konstant angenommen, x sei veränderlich, das Maximum der Funktion soll ermittelt werden. Es ist dann $y' = 2a^2 x - 4x^3 = 0$, und das Maximum der Funktion tritt ein bei

²⁾ Zurzeit nähern sich in den Reichert'schen Werkstätten Arbeiten ihrem Abschluß, welche darauf hinzielen, den Spiegelkondensor auch für Beobachtungen mit Immersionsobjektiven gebrauchsfähig zu machen. Die Ablenkung wird dabei nicht durch totale Reflexion am Deckglase bewirkt, sondern durch die Linsenfassungen bzw. Blenden des Objektives.

$$x = \sqrt{\frac{a^2}{2}} \text{ oder } x^2 = \frac{a^2}{2}.$$

Der Ausdruck besagt, daß die größte absolute Helligkeit erreicht ist, wenn die lichtgebende Fläche des Kondensors inhaltlich gleich ist der lichtaufnehmenden des Objektives. Dieser Satz braucht nur um ein geringes modifiziert werden, um auch für den Fall zu gelten, daß Objektiv und Kondensor nicht gleiche Brennweiten haben. Man hat sich nur vor Augen zu halten, daß die Lichtstärke eines optischen Systems bestimmt ist durch das Verhältnis von Oeffnungsdurchmesser und Brennweite. Gibt man, wie es bei dem in Rede stehenden Kondensor der Fall ist, den äußersten Strahlen die numerische Apertur 1,3, so müssen die an der Blende vorübergehenden und die Randstrahlen des Objektives eine numerische Apertur von ca. 0,9 haben, wenn das Maximum der Helligkeit erreicht werden soll. Diesem idealen Fall kommt die vorliegende Konstruktion sehr nahe, wenn ein Objektiv mit der numerischen Apertur 0,9—0,95 (Reichert Nr. 9) verwendet wird. Bei Anwendung schwächerer Objektive nimmt die Helligkeit des Bildes noch mehr zu, da gewöhnlich die vergrößernde Kraft der schwächeren Objektive in stärkerem Maße abnimmt, als ihre Lichtstärke. Die Fig. 6 ver-

Fig. 6.

anschaulicht die dem Spiegelkondensor zugeführte Lichtmenge im Vergleich zu der, welche unter sonst gleichen Verhältnissen in den Spezialkondensor bei der Siedentopf'schen Anordnung eintritt. Der Flächeninhalt des Kreisringes entspricht dabei dem durch den Spiegelkondensor gelieferten Lichtquantum und ist ca. 15 mal größer als der des mittleren kleinen Kreises,

welcher die Lichtmenge des Spezialkondensors repräsentiert. Dabei muß aber berücksichtigt werden, daß die bei der letzteren Einrichtung verwendete Immersion etwa doppelt so lichtstark ist als das stärkste Trockenobjektiv und daß der Gewinn an Licht bei dem Spiegelkondensor infolgedessen nur das achtfache des früheren Effektes ist.

Noch ein anderer Umstand gereicht dieser Anordnung in bezug auf Lichtstärke zum Vorteil. Die an der Oberfläche des Deckglases total reflektierten Strahlen treffen auf dem Rückwege noch einmal das Objekt und verstärken die Wirkung der direkt auftreffenden nicht unwesentlich. Die vom Deckglas zurückgeworfenen Strahlen haben allein schon die Fähigkeit, ultramikroskopische Teilchen sichtbar zu machen, allerdings nicht in demselben Maße, wie die direkt das Objekt treffenden. Einmal wird die Intensität der Strahlen beim Durchtritt durch das Präparat herabgesetzt und zum anderen Teil ist die Richtung der beleuchtenden und der abgelenkten Bündel fast entgegengesetzt. Der folgende kleine Versuch illustriert die Tatsache, daß auch die vom Deckglas reflektierten Strahlen bei der Bilderzeugung mitwirken, zur Genüge.

Eine kleine Menge einer Collargollösung wird auf einen Objektträger von 0,9 mm Dicke gebracht und mit einem gewöhnlichen Deckglase (0,17 mm) bedeckt. Dann wird dieses Präparat umgekehrt auf den Kondensor gelegt,

Fig. 7.

also mit dem Deckglas nach unten, so daß in diesem Falle die Rollen von Objektträger und Deckglas vertauscht sind (Fig. 7). Beobachtet wird mit einem schwachen Objektiv mit einer

numerischen Apertur von 0,3 oder weniger, weil sonst die durch die außergewöhnliche Dicke des als Deckglas verwendeten Objektträgers bedingte sphärische Abweichung die Bildschärfe bei stärkeren Objektiven sehr beeinträchtigen würde. Aus der Figur geht hervor, daß die Beleuchtungsbündel die Präparatenebene zweimal durchsetzen: das erstemal in Gestalt eines Kreises von größerem Durchmesser, das zweitemal in der Brennpfäche des Kondensors nach der totalen Reflexion an der Oberfläche des hier die Stelle des Deckglases einnehmenden Objektträgers. Es ist klar, daß hierbei nur die von oben kommenden Strahlen die Sichtbarmachung der ultramikroskopischen Teilchen bewirken. Sie rufen aber dieselben Erscheinungen hervor, wie bei der gewöhnlichen Anordnung.

Dem Zusammenfallen dieser günstigen Umstände ist es zuzuschreiben, daß die bei ultramikroskopischen Untersuchungen in Betracht kommenden Objekte bei Anwendung des Spiegelkondensors selbst beim Gebrauch relativ schwacher

Fig. 8.

Lichtquellen sehr gut sichtbar sind. Bei einem Vergleich glaubt der Unbefangene, die bisher im Ultramikroskop wahrgenommenen Teilchen »größer« zu sehen und der Geübtere nimmt deren bedeutend mehr wahr. Es liegt nahe,

diese Erscheinung mit einer bekannten anderen, bei Himmelsbeobachtungen, zu vergleichen. Je größer nämlich die »optische Kraft« des Fernrohres, in diesem Falle die Oeffnung des Objektives, desto mehr Sterne der geringsten Größenklasse zeigen sich dem Auge des Beobachters.

Die optische Wirkungsweise des Kegelstumpfkondensors weicht nicht sehr viel ab von der des sphärischen. Bei diesem werden die Strahlen der Lichtquelle in einem verhältnismäßig kleinen Raum, dessen Grenzen durch die Katakaustik der Spiegelfläche bestimmt werden, vereinigt. Bei dem Kegelstumpfkondensor dagegen, findet die Konzentration des Lichtes in einem langgestreckten Raum von Stäbchenform statt, dessen Achse mit der optischen Achse des Mikroskopes zusammenfällt (Fig 8). Die Länge dieses Raumes ergibt sich aus der Höhe des Kegelstumpfes und sein Durchmesser ist bestimmt durch die Größe der Lichtquelle. Seine Ausdehnung nach oben hin ist dadurch beschränkt, daß die von dem Kegelmantel kommenden Strahlen an der Oberfläche des Deckglases eine totale Reflexion erleiden. In der Nähe des Deckglases und des Präparates wird die Lichtfülle des Abbildungsraumes dadurch bedeutend erhöht, welcher Umstand wie bei dem sphärischen Kondensor nicht unwesentlich dazu beiträgt, ein gutes Resultat zu erzielen. Die Seitenlinie des Kegelstumpfes hat eine Neigung von 60° zur Grundfläche. Eine einfache Ueberlegung zeigt, daß die direkt das Präparat treffenden Strahlen unter einem Winkel von 60° , die indirekten dagegen unter einem Winkel von 120° gegen die optische Achse geneigt, auf das Objekt treffen.

III.

Das hauptsächlichste Anwendungsgebiet des Spiegelkondensors erscheint nach den bis jetzt vorliegenden Erfahrungen die Untersuchung und Beobachtung lebender Bakterien in nativen Präparaten zu sein. Die Mikroorganismen erscheinen im Gesichtsfelde des Mikroskopes als helleuchtende Objekte in ihren spezifischen Gestaltungen. Die Abbildungen sind bei scharfer Einstellung vollständig frei von Beugungsringen, welche bei der früheren Anordnung so störend wirkten. Kleine Einzelheiten, wie

z. B. Geißeln von *Spirill. volutans* können bei verminderter Beweglichkeit der Bakterien sehr gut wahrgenommen werden. Ein sehr dankbares Objekt ist auch die sonst schwer sichtbar zu machende *Spirochäete pallida*³⁾. Nach den bis jetzt zur Kenntnis gelangten Versuchen hat bei keinem der bekannten Mikroorganismen diese Methode versagt.

Ein anderes sehr interessantes Objekt, welches bei der Prüfung der fertigen Kondensoren in den Reichert'schen Werkstätten als Testobjekt gebraucht wird, ist das menschliche Blut. Die ultramikroskopischen Teilchen in demselben erscheinen in großer Anzahl. Die Blutkörperchen präsentieren sich in ihrer eigentümlichen Gestalt als schwachleuchtende, gelbe Scheibchen, am Rande etwas stärker leuchtend. Das Bild erscheint um so reiner und klarer, je dünner das Präparat ist, auf welchen Umstand bei der Herichtung des Präparates besondere Rücksicht genommen werden muß. Man bringt eine möglichst kleine Menge von Blut auf den Objektträger, deckt diese mit einem Deckglase und drückt mittels eines geeigneten stumpfen Werkzeuges das Präparat breit bzw. die überschüssige Flüssigkeit heraus. Auch bei der Herstellung von Bakterienpräparaten kann die strenge Beobachtung dieser Regel nicht dringend genug anempfohlen werden.

Der Spiegelkondensor war ursprünglich nur für Bakterienuntersuchungen, wie der Spezialkondensor von Siedentopf, bestimmt. Im Verein mit den Wasserkammern (Fig. 2 und 3) ist er auch für Untersuchungen von kolloidalen Lösungen geeignet und kann im Laboratorium des Forschers, der sich mit den Fragen der Kolloid-Chemie befaßt, ebenso so gut verwendet werden wie zu den Arbeiten des Bakteriologen. Auch bei der Beobachtung ultramikroskopischer Teilchen in festen durchsichtigen Körpern vermag er gute Dienste zu leisten, wenn von dem zu untersuchenden Material Dünnschliffe nach Art der mineralogischen Präparate hergestellt werden.

³⁾ Dr. K. Landsteiner und Dr. V. Mucha. Zur Technik der Spirochaetenuntersuchung, Wiener klin. Wochenschrift 1906, Nr. 45.