

Zweiblendenkondensor nach Berek

Dieser Kondensor enthält im Gegensatz zu den bisher üblichen Kondensoren zwei Blenden, von denen die eine die Apertur regelt, während die andere zur Begrenzung des beleuchteten Feldes dient. Die normale Ausführung ergibt Aperturen bis 0,95. Mit einer besonderen aufschraubbaren Immersions-Kondensorkappe lassen sich jedoch Aperturen bis 1,40 erreichen.

Für starke Objektive ab Apertur 0,25 wird die Frontlinse eingeschwenkt. Die untere Irisblende (gerändelter Drehring) wirkt als Leucht- oder Sehfeldblende, die obere durch Hebel zu bedienende Irisblende dagegen als Aperturblende. Eine Teilung gibt den eingestellten Durchmesser der Blende in Millimeter an.

Für schwache Objektive unter der Apertur 0,25 wird die Kondensor-Frontlinse ausgeschwenkt. Die untere Irisblende wirkt dann als Aperturblende, die obere, durch Hebel zu bedienende Irisblende hat dagegen keine Funktion und bleibt geöffnet.

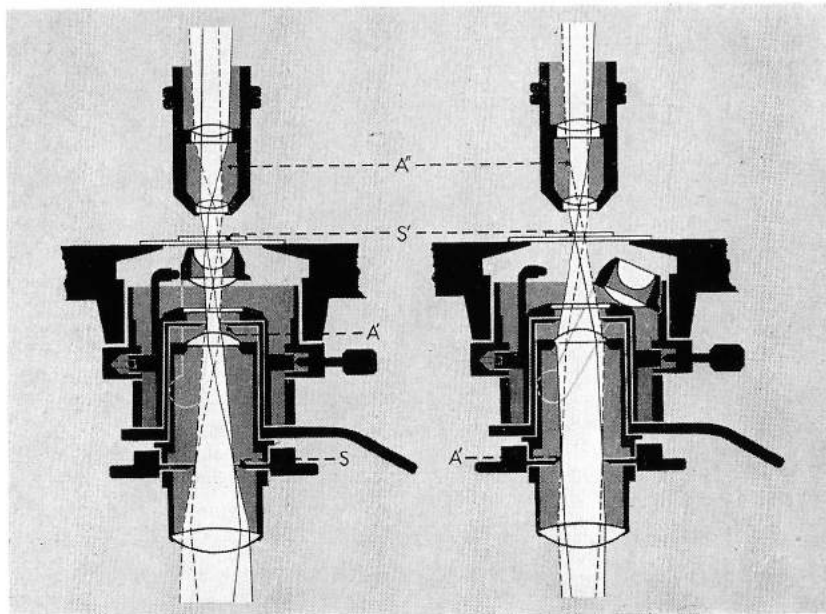
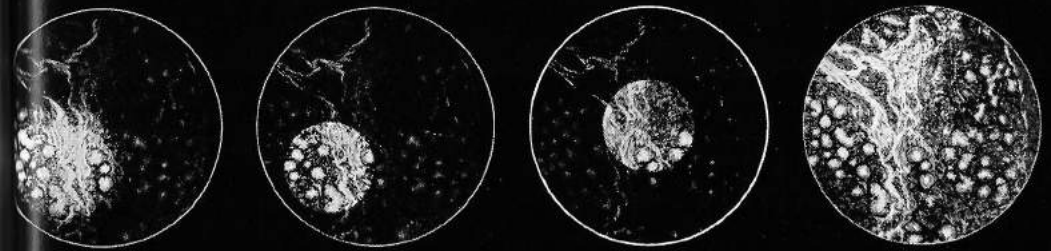


Abb. 18 Strahlengang im Zweiblenden-Kondensor nach Berek.



INST LEITZ · GMBH · WETZLAR

3206

Abb. 19 Zentrieren der Sehfeldblende.

Beim Einstellen der Beleuchtung wird der Kondensor durch den Zahntrieb in die höchste Stellung gebracht und die Frontlinse eingeschwenkt. Die Kondensorblenden sind zu öffnen. Die obere Blende wird an dem seitlichen Hebel betätigt, die zweite an dem unteren Rändelring. Nach vorläufiger Zentrierung der Mikroskopierlampe, die in der üblichen Weise erfolgt (S. 16), und nach Scharfeinstellung des Präparates mit einem Objektiv etwa 10-facher Eigenvergrößerung zieht man (ohne auf die volle Ausleuchtung des Sehfeldes Wert zu legen) die Leuchtfeldblende (Drehring) soweit zu, daß sie ganz im Gesichtsfeld sichtbar wird, und senkt den Kondensor dann mittels des seitlichen Zahntriebes ein wenig, bis die Blende ebenfalls scharf abgebildet wird. Diese Höhenlage des Kondensors darf auch beim Übergang zu anderen Objektiven nicht mehr geändert werden. (Eine geringfügige Änderung wird zur Scharfstellung der Leuchtfeldblende nur erforderlich, wenn ein neues Präparat mit anderer Objektträgerdicke aufgelegt wird. Bei zu dicken Objektträgern läßt sich die Sehfeldblende nicht mehr scharf abbilden, doch ist dies für ihre einwandfreie Funktion ohne Bedeutung. Der Kondensor bleibt in diesem Falle in seiner höchsten Stellung gegen Anschlag.) Liegt die Leuchtfeldblende nicht in der Mitte des Sehfeldes, so wird der Kondensor mittels seiner beiden Zentrierschrauben zentriert und dann die Blende nur soweit geöffnet, daß sie das Gesichtsfeld freigibt. Nun wird die Lichtquelle auf beste Sehfeldausleuchtung eingestellt.

Beim Übergang zu stärkeren Objektiven wird die Sehfeldblende wieder so gestellt, daß das Gesichtsfeld gerade voll ausgeleuchtet wird. Liegt sie nicht mehr zentrisch zum Sehfeld, so ist der Kondensor nachzuzentrieren.

Beim Übergang zu schwächeren Objektiven unter der Apertur 0,25 wird nur die Frontlinse ausgeklappt und die obere Irisblende geöffnet, während die Beleuchtungsapertur durch die untere Irisblende geregelt wird (die bei eingeklappter Frontlinse als Leuchtfeldblende gewirkt hat). Eine Leuchtfeldblende ist bei diesen schwachen Objektiven nicht mehr erforderlich, da das Kondensorleuchtfeld bei abgeklappter Frontlinse dem Sehfelddurchmesser der schwachen Objektive angepaßt ist.

Einstellen der Mikroskop-Beleuchtung.

Zweckmäßige Beleuchtung ist eine Hauptvoraussetzung für jede mikroskopische Untersuchung. Auf die Bedienung des Beleuchtungsapparates ist daher besondere Aufmerksamkeit zu verwenden.

Bei schwacher Vergrößerung genügt bereits der einfache Mikroskopspiegel ohne Kondensor. Ob in einzelnen Fällen der Planspiegel oder der Hohlspiegel vorzuziehen ist, hängt von der Art der Lichtquellen und ihrer Entfernung ab. Da der Brennpunkt des Hohlspiegels in der Nähe der Präparatenebene liegt, ist er ohne Kondensor bei Lichtquellen mit ausgesprochener Struktur nicht verwendbar, es sei denn, daß durch Einschalten einer Mattscheibe für genügend diffuses Licht gesorgt ist.

Die Apertur des Hohlspiegels ist 0,30.

Zur Einstellung der Beleuchtung verwendet man, wie schon gesagt, ein schwaches Objektiv in Verbindung mit einem mittleren Okular und stellt das Präparat annähernd scharf ein. Dann entfernt man das Okular aus dem Tubus und schwenkt den Mikroskopspiegel so, daß die Hinterlinse des Objektivs möglichst hell und gleichmäßig ausgeleuchtet erscheint. Hierauf wird das Okular wieder in den Tubus ein-

gesetzt und das Objekt scharf eingestellt. Zu hohe Lichtintensität dämpfe man durch eine zwischengeschaltete Mattscheibe.

Bei Benutzung der mittleren und stärkeren Objektive ist die richtige Anwendung der Kondensor-Irisblende zur Variierung der Beleuchtungsapertur von höchster Bedeutung. Über den jeweiligen Grad der Abblendung der beleuchtenden Strahlen durch allmähliches Zuziehen der Irisblende orientiert man sich am besten, wenn man das Okular herauszieht und in den Tubus blickt (s. S. 14):

Man sieht dann das Bild der Irisblende in der Hinterlinse des Objektivs. Jede Beobachtung soll nach Möglichkeit mit einer Beleuchtungsapertur beginnen, die ebenso groß wie die Objektivapertur ist, d. h. die Irisblende muß soweit geöffnet werden, daß die Hinterlinse des Objektivs beim Einblick in den Tubus ohne Okular gerade frei gegeben wird. Dabei muß die ganze Hinterfläche des Objektivs gleichmäßig mit Licht erfüllt sein. Ist das nicht der Fall, wie z. B. unter Umständen bei Anwendung künstlichen Lichts, so muß gegebenenfalls die Zentrierung der Lichtquelle nachgeprüft bzw. evtl. eine Mattscheibe vor dem Spiegel aufgestellt oder in den Beleuchtungsapparat eingelegt werden. Bei Beleuchtung mit voller Beleuchtungsapertur wird zunächst nur das Objektdetail gut sichtbar, das gegenüber der Umgebung genügend durch Absorptionsunterschiede differenziert ist. Dieses Detail wird dann aber, ein einwandfreies Objektiv vorausgesetzt, mit optimalem Auflösungsvermögen abgebildet. Nun gibt es aber für gewöhnlich in jedem Präparat auch ein Detail, das nur wenig durch Absorptionsunterschiede gegenüber der Umgebung differenziert ist, und schließlich ein Detail, das sich nur durch geringe Lichtbrechungsunterschiede gegenüber der Umgebung unterscheidet. Auch dieses Detail will man erkennen. Man geht aber dazu ganz allmählich über: Wenn bei voller Beleuchtungsapertur alles Sichtbare hinreichend verarbeitet ist, schließt man die Irisblende ein wenig, etwa zunächst auf $\frac{2}{3}$ der freien Öffnung der Hinterlinse des Objektivs, dann auf $\frac{1}{2}$ und schließlich auf etwa $\frac{1}{4}$. Bei diesem allmählichen Zuziehen der Irisblende tritt das gegenüber der Umgebung wenig differenzierte Strukturdetail immer deutlicher hervor und kann dann leicht in das zuvor gesehene reine Absorptionsbild eingeordnet werden. Für das lediglich durch Absorption dargestellte Detail vermindert sich das Auflösungsvermögen beim Zuziehen der Irisblende stetig entsprechend

dem Maße, wie die Beleuchtungsapertur kleiner wird als die Objektivapertur, und gleichzeitig wächst die Tiefenschärfe. Für das Detail aber, das lediglich durch Lichtbrechungsunterschiede sichtbar gemacht wird, bleibt auch beim Zuziehen der Irisblende das ursprüngliche Auflösungsvermögen, wie es voller Beleuchtungsapertur entspricht, im wesentlichen erhalten.

Die Aperturblende benutze man also nur zur Herstellung der zweckmäßigsten Bildqualität, nicht aber zur Regelung der Bildhelligkeit.

Man mache sich diesen Vorgang gründlichst zu eigen, weil er allein zu richtigem Mikroskopieren führt. Die vielfach empfohlene Methode, vorwiegend mit eng geschlossener Irisblende oder einseitig schiefer Beleuchtung bei exentrisch gestellter Irisblende zu arbeiten, ist ein Fehlgriff. Sie kommt höchstens bei periodischen Strukturen in Frage.

Da die obere Brennebene der Kondensoren bei richtiger Höhenstellung des Kondensors nahe der Objektebene liegt, kann es vorkommen, daß ein vom Mikroskop relativ weit entfernter Gegenstand wie z. B. das Fensterkreuz im Objekt abgebildet wird. Kann das Mikroskop oder der Spiegel dann nicht so verstellt werden, daß das Sehfeld frei wird, empfiehlt es sich eine Mattscheibe vorzuschalten. Auch kann eine leichte Höhenverstellung des Kondensors oder ein Umschalten vom Plan- zum Hohlspiegel bereits Abhilfe schaffen.

Der einfache Lochblendenkondensor trägt statt der Irisblende eine Blendscheibe mit 5 abgestuften Blendenöffnungen.

Bei besonders hervorragend korrigierten Objektiven kann man mit Vorteil für Sichtbarmachung und Auflösung randliche ringförmige Beleuchtung benutzen. Zu diesem Zweck legt man in den Beleuchtungsapparat eine Zentralblende ein, die nach Herausnahme des Okulars beim Einblick in den Tubus etwa das äußere Viertel bis Drittel der Hinterlinse des Objektivs ringförmig freigibt. Der hiermit erzielbare Vorteil tritt aber nur bei besonders gut korrigierten Objektiven in Erscheinung. Für Objektive höherer Apertur läßt sich diese Beleuchtungsart auch mit dem Dunkelfeldkondensor VARIAP erzielen.

Das laterale Auflösungsvermögen

Eine bestimmte Gesamtvergrößerung im Mikroskop läßt sich entweder mit einem Objektiv geringer Eigenvergrößerung und starkem Okular oder umgekehrt auch mit einem Objektiv hoher Eigenvergrößerung und schwachem Okular erzielen. Beide Bilder werden grundsätzlich verschieden aussehen und zwar wird das letztere wesentlich feinere Einzelheiten zeigen als das erstere.

Der Grund liegt darin, daß die starken Objektive im allgemeinen höhere Aperturen haben als die schwachen und daß es von der Höhe der angewandten Objektivapertur abhängt, wie feine Einzelheiten man erkennen kann.

Das Vermögen eines Objektivs, zwei nahe beieinander liegende Objektpunkte noch getrennt sichtbar zu machen, nennt man sein Auflösungsvermögen und zwar spricht man vom lateralen Auflösungsvermögen, wenn es sich um Punkte handelt, die in einer Ebene senkrecht zur optischen Achse liegen. Als Größe des Auflösungsvermögens δ gibt man den kleinsten Abstand an, in dem zwei Punkte noch getrennt gesehen werden können. Ein Auflösungsvermögen von 1μ bedeutet also, daß zwei punktförmige Teilchen, die in einem Abstand von 1μ voneinander liegen noch als zwei Teile gesehen werden können, während sie bei einem Abstände von z. B. $0,8\mu$ als ein einziges Teilchen erscheinen würden.

Dies wird sofort klar, wenn man folgendes bedenkt:

Auch ein sphärisch und chromatisch vollendet korrigiertes Objektiv leistet keine ideale Abbildung: es bildet einen Punkt des Objektes nicht wieder als Punkt ab, sondern jedem Objektpunkt in der Einstellebene des Mikroskops ist als Bild ein kleines Lichtscheibchen zugeordnet, das als Beugungsscheibchen bezeichnet wird. Dieser Sachverhalt liegt in der Wellennatur des Lichts begründet. Wenn wir uns das Beugungsscheibchen in das Objekt zurückprojiziert denken, d. h. uns seine Größe in Ausmaßen vom Objektdetail denken, so ist sein Durchmesser bei voller Beleuchtungsapertur $d = 1,22 \lambda / A$, wobei λ die Wellenlänge des Lichts, A die num. Apertur des Objektivs bedeutet, während 1,22 ein theoretisch begründeter Faktor ist. Das Beugungsscheibchen ist noch von licht-