

ZEISS

Großes umgekehrtes
Auflicht-Kameramikroskop

NEOPHOT

Beschreibung
und Gebrauchsanweisung



ZEISS

Großes umgekehrtes
Auflicht-Kameramikroskop

NEOPHOT

Beschreibung
und Gebrauchsanweisung



Für wissenschaftliche Veröffentlichungen stellen wir Druckstöcke der Bilder oder Verkleinerungen davon — soweit sie vorhanden sind — gern zur Verfügung. Die Wiedergabe von Bildern oder Text ohne unsere Genehmigung ist nicht gestattet. Die Bilder sind nicht in allen Einzelheiten für die Ausführung des Gerätes maßgebend. Das Recht der Übersetzung ist vorbehalten.

OPTIK **CARL ZEISS JENA** VEB
Telegramm-Adresse: Zeisswerk Jena **Fernsprecher 3541**

In der vorliegenden Schrift wird eine ausführliche Beschreibung des mechanischen und optischen Aufbaues des Auflicht-Kameramikroskops „Neophot“ und eine Anleitung gegeben, die es jedem Benutzer ermöglichen soll, die Leistung des Gerätes voll auszunutzen.

Eine möglichst genaue Durchsicht dieser Druckschrift liegt daher im eigenen Interesse der Benutzer des Kameramikroskops „Neophot“.

Außerdem sei darauf aufmerksam gemacht, daß eine der wichtigsten Voraussetzungen für einwandfreie Ergebnisse ein gut vorbereiteter Schliff ist. Die Technik der Schliffherstellung, der Ätzung usw. ist in der metallographischen Fachliteratur hinreichend beschrieben, auf die hier nur verwiesen wird.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Beschreibung	5
1.1 Mikroskopstativ einschließlich Illuminatoren	5
1.2 Mikroskopierleuchte	7
1.3 Mikrophotographische Leuchte	8
1.4 Untergestell mit erschütterungsfrei aufgestellter Schiene.....	8
1.5 Kamera mit Zubehör.....	9
1.6 Zusatzeinrichtung für Aufnahmen mit Photoobjektiven.....	10
1.7 Strahlengang.....	10
1.8 Objektive	12
1.9 Okulare und Homale	13
2. Gebrauch der optischen Einrichtung	15
2.1 Geeignete Zusammenstellung von Objektiven und Okularen.....	15
2.2 Bestimmung der Vergrößerung	15
2.3 Auswahl der Illuminatoren.....	16
2.4 Benutzung der Blenden.....	17
2.5 Lichtfilter	18
2.6 Polarisierungseinrichtung	19
3. Gebrauchsanweisung	20
3.1 Aufbauen der Grundausrüstung	20
3.2 Gebrauch der mikrophotographischen Leuchte	22
3.3 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Hellfeld mit Planglas.....	23
3.4 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Hellfeld mit Prisma	25
3.5 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Dunkelfeld.....	25
3.6 Einstellen im polarisierten Licht	27
3.7 Einstellen des einfachen Mikroskops im Hellfeld.....	28
3.8 Einstellen des einfachen Mikroskops im Dunkelfeld	29
3.9 Gebrauch der Zusatzeinrichtung für Aufnahmen mit Photoobjektiven .	30
4. Literaturhinweis über Metallographie	31

Beilagen

Bildanhang
Tabelle der Abbildungsmaßstäbe

1. Beschreibung

1.1 Mikroskopstativ einschließlich Illuminatoren

Das große Auflicht-Kameramikroskop „Neophot“ (Bild 1) ist nach dem Le Chatelier-Prinzip gebaut, d. h. der Objektisch (2) liegt über der optischen Einrichtung. Die Tischebene ist gleichzeitig Objektebene, so daß die Schlitze ohne weiteres senkrecht zur optischen Achse liegen, wenn sie mit der Schlifffläche nach unten auf den Tisch gelegt werden. Damit ist man hinsichtlich der Einstellung von der Dicke der Objekte unabhängig. Der Tisch selbst ist ein dreh- und zentrierbarer **Kreuztisch** (Bild 2). Seine Platte (2) läßt sich mit Hilfe der beiden Triebknöpfe (8) in zwei zueinander senkrechten Richtungen unabhängig von der Zentrierung verschieben. Die Bewegung ist an den Teilungen (22) gemeinsam mit den Nonien an den Triebknöpfen (8) auf 0,1 mm genau ablesbar. Ferner ist der Tisch nach Lösen der Klemmschraube (9) drehbar, wobei man die Drehung mit Hilfe der 360°-Teilung (20) an der Marke (22) ablesen kann. Weiterhin trägt er die Tischfeder (3 Bild 2, 18), die sich für verschieden dicke Proben in der Höhe verstellen läßt. In der Mitte besitzt die Tischplatte eine Auflage (4) für Blenden. Im allgemeinen benutzt man die Einlegeblenden aus Glas (5 Bild 2, 18) mit einer freien Öffnung von 13 oder 27 mm Durchmesser. Für Dunkelfeld muß man die aus Metall (6 Bild 2, 18) und für kleine Objekte eine der drei Spalteinlegeblenden (7 Bild 2, 18) mit 2, 4 oder 6 mm Spaltbreite verwenden. Für schwer auflegbare Proben bis zu 25 mm Durchmesser oder 40 mm Seitenlänge wie dünne Bleche, schräg angeschliffene längere Drähte usw. wird der Objektspanner (26 Bild 3, 18) geliefert.

Der Tisch sitzt im Zentrierstück am Tischträger (22) des **Neophotstativs** (Bild 4, sowie 21 Bild 1, 16) und kann mit Hilfe der Schrauben (23) zentriert werden. Am Tischträger befinden sich Strichmarken (24), die zur ersten genäherten Einstellung dienen. Diese wird mit dem Triebknopf für die Grobbewegung (27) vorgenommen, indem man den Tischträger samt Tisch solange senkt, bis entweder beim einfachen Mikroskop die Marke M 90 bei Mikrotar $f=90$ mm oder M 45 bei Mikrotar $f=45$ mm oder beim zusammengesetzten Mikroskop die Marke V über der oberen Kante des betreffenden Illuminators zu stehen kommt. Im letzteren Fall kann man dann gleich in demselben Sinne weiterdrehen, bis an der ObjektivEinstellung (28) die Lupenvergrößerung des gewählten Objektivs erscheint. Hat man sehr schwere Objekte aufgelegt, so muß man die Grobbewegung mit Hilfe der Bremse (26) fester stellen. Die Feinbewegung, deren Triebknopf (29) eine Teilung mit Teilungswerten von 2μ trägt, wirkt hier auf die Aufnahme für Illuminatoren (25). Daher lasse man diese beim Ansetzen nie nach unten in die Aufnahme fallen. Ferner achte man immer darauf, daß die Strichmarke für die Feinbewegung (30) in der Mitte der beiden sichtbaren Striche steht, denn in dieser Stellung sind die Illuminatoren justiert.

Mit Hilfe der Klemmschraube (32) läßt sich das gesamte Stativ auf der Schiene feststellen, und zwar soll dies so erfolgen, daß die beiden Fernbewegungsstangen (156, 157 Bild 11) bequem in ihrem Anschluß (34) zu sitzen kommen. In der Auflage (33) läßt sich der Stab mit der Orientierungsteilung einhängen. Die Klemmschraube (31) dient zur Befestigung des monokularen Tubus (36) im Stutzen (35). Man achte darauf, daß der Tubus bei längerem Nichtgebrauchen durch ein Okular (38 Bild 4, 17) oder zum mindesten durch eine Kapsel gegen Staub verschlossen wird. Der Schieber (37) schaltet das Ablenkprisma 90° (206 Bild 15) ein und aus, das eingeschaltet die Strahlen durch den Stutzen (39) zur Kamera lenkt. Das Innere des Stativs wird durch das Abschlußglas (40) vor der Verstaubung geschützt.

Der kombinierte **Vertikalilluminator** (Bild 5, sowie 41 Bild 1, 16) für mikroskopische Untersuchungen wird mit einem Schlittenstück in seiner Aufnahme (25 Bild 4) befestigt und mit der Schraube (52) festgeklemmt. Er ist mit Prisma und Planglas für Hellfeldbeleuchtung und mit einem Ringspiegel (203 Bild 14) für Dunkelfeldbeleuchtung ausgerüstet. Durch Einschieben des Schiebers (59) läßt sich an Stelle des Planglases (205 Bild 14) das Prisma (204 Bild 15) in den Beleuchtungsstrahlengang einschalten. Darüber befinden sich die Auflage (62) für die Objektive (42 Bild 5, 17) und die Fassung (60) für die Zwischenringe (55 Bild 5, 18), auf die dann bei Dunkelfeldbeleuchtung der entsprechende Hohlspiegelkondensator (53 Bild 5, 18) gesteckt werden kann. Eine besondere Befestigung für Objektive, Zwischenringe und Kondensoren durch Gewinde ist in dieser Lage nicht nötig. Sie passen deshalb in einfache Steckzylinder. Wenn kein Objektiv eingesetzt ist, verhindert eine Schutzkappe (54) das Verstauben des Vertikalilluminators.

Der kurze Tubus, der aus dem Gehäuse für Planglas und Prisma herausragt, trägt neben dem Wechselschieber (43) mit der zentrischen Öffnung für Hellfeld und der Zentralblende für Dunkelfeld an seinem Ende die mit den Schrauben (44) zentrierbare Leuchtfeldblende (45). Daran schließt sich die Korrektionslinse (46), die bei Verwendung des Beleuchtungsprismas einzuklappen ist, und der Filterhalter (52) an. Hierin kann man Filter und Mattscheiben von 42 mm Durchmesser einlegen. Am Ende eines weiteren kurzen Fassungsrohres folgt an einem drehbaren Kasten die Aperturblende (48). Sie kann mit der Stellschraube (50) dezentriert und mit dem Kasten zusammen gedreht werden. Die Verschiebung der Blende ist an einer Millimeterteilung ablesbar. Die Klemmschraube (47) arretiert die Drehbewegung.

Zum Arbeiten mit polarisiertem Licht sind Polarisationsfilter vorgesehen. Der Polarisator (49) wird an dem drehbaren Kasten mit der Aperturblende (48) angeschraubt und ist ein- und ausklappbar. Den Analysator (57) schiebt man an Stelle der Abschlußplatte (56) in die Schlittenführung unterhalb des Vertikalilluminators ein. Mit Hilfe des Rändelknopfes (58) läßt sich nun der Filteranalysator ein- und ausschieben bzw. von -5° bis $+95^\circ$ drehen. Die Drehung ist an der Gradteilung ablesbar.

Für Übersichtsaufnahmen bei schwächeren Vergrößerungen muß der Vertikalilluminator mit dem **Illuminator für Mikrotare** (Bild 6) ausgetauscht werden. Die Mikrotare (65 Bild 6, 19) lassen sich wegen ihres großen Sehfeldes in der Regel weder mit einem Okular noch mit dem kombinierten Vertikalilluminator verwenden. Wie bei diesem wird der Planglashalter (63 Bild 6, 19) an das Stativ angesetzt und mit der Schraube (66) festgeklemmt. Er selbst trägt das gewählte Mikrotar (65), über das sich das Planglas in Fassung (62 Bild 6, 19) stülpen läßt, und eine Beleuchtungslinse (67 Bild 6, 19), die für eine gleichmäßige Beleuchtung des aufzunehmenden Objektes sorgt. Damit das Licht in bestmöglicher Weise ausgenutzt wird, ist jeder Mikrotarbrennweite eine besondere Beleuchtungslinse zugeordnet. Um bei der Beobachtung auf der Mattscheibe nicht gestört zu werden, wird das vom Planglas durchgelassene Licht vom Blendschirm (64 Bild 6, 19) aufgehalten. Bei Benutzung des Mikrotars $f = 45$ mm werden die Spalteinhängeblenden (68 Bild 6, 19) und bei $f = 90$ mm die Einlegeblenden aus Metall (69 Bild 6, 19) verwendet. Zur Dunkelfeldbeleuchtung ist der bewegliche Beleuchtungsspiegel (73) vorgesehen. Zunächst muß man vom Planglashalter (63) das Planglas in Fassung (62), den Blendschirm (64) und die Beleuchtungslinse (67) abnehmen. Dann wird der Spiegelaufsatz (72 Bild 6, 19) an die Stelle des Planglases in Fassung (62) aufgesetzt und mit der Schraube (71) festgeklemmt. Der Beleuchtungsspiegel (73) selbst ist um eine Achse drehbar und läßt sich in der Richtung des einfallenden Lichtes verschieben. Damit kann man den Einfallswinkel des Lichtes auf dem Objekt variieren. Zum Aufhellen dunkler Schatten dient die mit ihrem Halter nach vorn ausklappbare und um eine Achse schwenkbare Mattscheibe (70). Ein Blendschirm (75 Bild 6, 19) zum Auffangen des am Spiegel vorbeigehenden Lichtes kann mit der Klemmschraube (74) auf den Aufsatz aufgeschraubt werden.

1.2 Mikroskopierleuchte

Zur subjektiven Beobachtung dient die kleine **Mikroskopierleuchte** (Bild 7, sowie 81 Bild 1) mit einer Lichtwurf Lampe 6 V 15 W, die bei Wechselstrom über einen Trafo gespeist wird. Mit der Überwurfmutter (83) wird das Lampengehäuse (84) samt dem Kollektor am Lampenträger (82) befestigt. Die Lampenfassung (85) weist einen Bajonettsockel auf. Zur Durchführung des Köhlerschen Beleuchtungsprinzips benutze man nur Lichtwurf Lampen mit klarer Kalotte. Die zum Verwischen der Struktur der Wendelabbildung notwendige Mattscheibe führt man am zweckmäßigsten in den Filterhalter (90) ein, der auch ein Filter 60 x 60 (92 Bild 7, 18) aufnehmen kann. Die Leuchte sitzt auf dem einen Ende des Schwenkarmes (86). Auf dem anderen ist die Beleuchtungslinse (87) befestigt. Diese wird zur Erreichung der notwendigen Apertur des Beleuchtungsstrahlenbündels bei Dunkelfeld mit der mikrographischen Leuchte gebraucht. Der Schwenkarm läßt drei Stellungen zu: das Einschalten der Leuchte, den freien Durchgang oder das Einschalten der Beleuchtungslinse. Vor der Leuchte ist noch der Blendschirm (89) mit dem Filterhalter (90) und dem Stutzen (91) schwenkbar angebracht. Ihn kann man aus-

schwenken, wenn man bei Durchführung des Köhlerschen Beleuchtungsprinzips in der Aperturblendenebene des Vertikalilluminators die Abbildung des Wendeis der Lichtwurf Lampe oder des Kraters der Bogenlampe ausführen will, und man muß ihn ausklappen, wenn man mit der Leuchte im Dunkelfeld arbeiten will, denn dann muß man diese direkt vor die Aperturblende schieben. Beim Hellfeld hat der Schirm genügend Platz. Bei Benutzung des Illuminators für Mikrotare (Bild 6) ist es zweckmäßiger, wenn man dabei das Blendrohr (88) auf den Stützen (91) schiebt.

1.3 Mikrophotographische Leuchte

Bei photographischen Aufnahmen ist es angebrachter, mit der mikrophotographischen Leuchte (111 Bild 1) zu arbeiten. Vor der Lampe steht auf einem besonderen Reiter der **Kollektor mit Küvette** (Bild 8 sowie 101 Bild 1). Die Küvette (102) dient zum Aufnehmen der Kühlflüssigkeit (abgekochtes oder destilliertes Wasser) oder einer Filterlösung. Die Abdichtung erfolgt mit Gummiringen, die durch Anziehen der Schrauben (105) fest gegen den Küvettenkörper gepreßt werden. Der Kollektor (104) sammelt das von der Bogenlampe ausgestrahlte Licht und ist mit einem Blendschutz (103) versehen.

Die **mikrophotographische Leuchte** (Bild 9) enthält eine **Bogenlampe mit Uhrwerk** (116). Diese hängt mittels des Justierstückes (113) am Lampenträger (122), über den das Ablendgehäuse (112) gestülpt ist. Dabei ist die Bogenlampe bis zum Anschlag ins Ablendgehäuse eingeschoben und mit der Schraube (121) festgeklemmt. Nach dem Herunterklappen der Lichtschutzkappe (117) kann der Stecker (118) eingeführt werden. Damit wird die Lampe über den Widerstand (119) mit dem Stecker (120) an die Wechselstromleitung angeschlossen. Die Kohlen können mittels des Triebknopfes (123) gegeneinander bewegt werden. Über den festklemmbaren Stellhebel (115) läßt sich die untere Kohle allein verstellen. Ein Uhrwerk, das auf der dem Beobachter abgewandten Seite an das Gehäuse der Lampe angesetzt ist, stellt die Kohlen während der Arbeit selbsttätig nach. An dem Uhrwerk ist, abgesehen von dem Schlüssel zum Aufziehen, noch ein kleiner Knopf sichtbar, mit dem der Gang des Werkes ein- oder ausgeschaltet werden kann. Die Lampe selbst wird mit den Schrauben (114) justiert. Der Krater wird durch das Fenster (124) beobachtet.

1.4 Untergestell mit erschütterungsfrei aufgestellter Schiene

Das Stativ wird samt Kamera und Beleuchtungseinrichtungen auf einer kräftigen 1850 mm langen Eisenschiene (132 Bild 10) aufgebaut, die rechts vom Stativ dreieckigen und links davon trapezförmigen Querschnitt hat. Der Schienenteil mit dem dreieckigen Querschnitt hat eine Längsnut für die Reiterklemmschrauben. An der Schiene sind zwei Träger (133) mit vier Drehbolzen (134) befestigt. Diese Drehbolzen werden in die vier Schwingungsdämpfer (135) eingesetzt. Um die erschütterungsfreie Aufstellung zur Wirkung zu bringen, muß man die Drehbolzen so weit nach unten drücken, bis sie

um 90° gedreht werden können. Läßt man nach erfolgter Drehung mit dem Druck nach, so wird die Schiene durch Federn in den Schwingungsdämpfern vom Tisch abgehoben. Sinngemäß verfährt man beim Entlasten der Federn. Durch die Anordnung der Federn werden auch stärkere seitliche Schwingungen verhindert. Sie werden außerdem noch dadurch gedämpft, daß in jedem Schwingungsdämpfer eine Platte aus Schwammgummi liegt, durch die der Drehbolzen gerade leicht hindurchgeht.

Durch die Abfederung wird erreicht, daß äußere Schwingungen und Stöße nicht auf die optische Bank übertragen werden. Es ist also möglich, auch in Räumen, die starken Erschütterungen durch benachbarte Werkstätten oder Straßenverkehr ausgesetzt sind, einwandfrei scharfe Aufnahmen selbst bei hohen Vergrößerungen zu erhalten.

Die Schwingungsdämpfer sind in die Tischplatte (141) eingelassen, die ihrerseits fest auf den Befestigungswinkeln (136) der beiden Tischuntersätze (143) aufgeschraubt ist. Diese Untersätze sind mit Schubkästen ausgestattet. Die Kästen (137, 138, 139, 140) des rechten Untersatzes enthalten Zubehör (Bild 17, 18, 19, 20), während die oberen des linken frei sind. Nur der unterste Schubkasten enthält noch Zubehör zur Kamera. Zwischen den Untersätzen befindet sich die Stange (142), die als Fußrast dient. Auf dem linken Träger sind noch die beiden Lager (144) für die Fernbewegungsstangen (156, 157 Bild 11) und der Anschraubwinkel (145) für den Stab mit der Orientierungsteilung (164 Bild 11) angebracht.

1.5 Kamera mit Zubehör

Der linke, trapezförmige Teil der Schiene trägt die Kamera 9 x 12 (Bild 11 bzw. 12, sowie 151 Bild 1). Sie besitzt einen ausziehbaren Balgen, der die beiden Balgenrahmen (165, 168) verbindet. Diese lassen sich mit Hilfe der Klemmgriffe (155, 181) auf der Schiene verstellen. Der hintere Rahmen (165) ist mit einem Stellungszeiger (158) versehen, der es gestattet, die Stellung dieses Rahmens auf der Orientierungsteilung (164) genau abzulesen. Diese Teilung dient zum bequemen Wiederfinden der Mattscheibenstellung. Das Einstellen erfolgt auf einer Mattscheibe (162) oder einer mit einem diagonalen Strichkreuz versehenen Klarglasscheibe (163), die nur in Verbindung mit der Einstelllupe 6x (159 Bild 11, 20) benutzt wird.

Zwischen dem hinteren Balgenrahmen und der Metallkassette (160) kann auch ein Multiplikator (152) eingeschaltet werden. Mit ihm lassen sich mit der Bildstreifenblende (154) Belichtungsreihen und mit der Bildblende (161) zwei Aufnahmen oder eine Stereoaufnahme auf eine Platte 9 x 12 machen. Die mit dem Multiplikator hergestellte Belichtungsreihe hat vor der mit dem Kassettenschieber angefertigten den Vorzug, daß sie immer dieselbe Stelle des Objektes zeigt. Der Bildstreifenzeiger (166) gestattet dabei das genaue Einstellen der Streifen. Die jeweils angelegte Kassette oder Scheibe wird durch den

Schieberiegel (153) gehalten. Der mit dem hinteren Balgenrahmen verbundene schwenkbare Spiegel (167) ermöglicht das bequeme Beobachten des Mattscheibenbildes vom Stativ aus, während umgekehrt die Fernbewegungsstangen (156, 157) ein leichtes Bedienen der Grob- und Feinbewegung von der Mattscheibe aus erlauben, ohne daß sie das direkte Betätigen der beiden Bewegungen stören.

Der vordere Balgenrahmen nimmt den Zeit- und Momentverschluß (170) mit seinem Rahmen (169) auf. In den Verschluß kann man entweder die Einstellfassung (171) mit dem Photoobjektiv (172 Bild 12,20) — in Frage kommt vor allem das Tessar 1: 4,5 $f = 135$ mm — oder die Lichtschutzhülse (173 Bild 12, 20) einschrauben. An Stelle der Einstellfassung tritt bei Verkleinerungen bis 0,8:1 der Zwischenring (175 Bild 12, 20). Will man noch Aufnahmen bis herunter zu 0,5 :1 machen, so muß man auf den Verschluß (170) verzichten, den Zwischenring direkt in den Verschlußrahmen (169) schrauben und als Lichtverschluß den Schutzdeckel des Tessars benutzen.

Bei Aufnahmen mit dem einfachen Mikroskop wird der vordere Balgenrahmen soweit ans Stativ geschoben, bis zwischen der Lichtschutzhülse und dem Stutzen (39 Bild 4) eine lichtdichte Verbindung entsteht. Will man dagegen mit dem zusammengesetzten Mikroskop arbeiten, so wird der Phototubus (177) mittels der Überwurfmutter (176) an den Stutzen (39 Bild 4) angeschraubt. Dieser Tubus besitzt noch einen abnehmbaren Lichtschutz (178), so daß man z. B. das Homal II (180 Bild 12, 17) bequem mit Hilfe der Strichmarken (179) einstellen kann. An Stelle des Homals kann man unter Zuhilfenahme des Okularpaßstückes (174) auch mit Okularen (38 Bild 17) arbeiten.

1.6 Zusatzeinrichtung für Aufnahmen mit Photoobjektiven

Zur Aufnahme von größeren Objekten bei ganz schwachen Vergrößerungen bzw. bei Verkleinerungen dient eine besondere Einrichtung (Bild 13), die man zweckmäßig gleich am Gerät läßt. Sie kann leicht um die Achse (194) ein- und ausgeschwenkt werden. Die Einrichtung besteht aus einem in der Höhe verstellbaren Tisch (197), einem drehbaren Beleuchtungsspiegel mit Blendrahmen (192), der sich mit Hilfe des Spiegelhalters (193) in Richtung des einfallenden Lichtes verschieben läßt, und dem Blendschirm (195 Bild 13, 20). Dieser wird auf den Stutzen (39 Bild 4) aufgesteckt und verhindert die Beleuchtung des Objektivs durch Streulicht. Die ganze Einrichtung sitzt auf dem Reiter (196) und ist mit diesem durch eine Schiebestange, die unter der Schiene nach hinten läuft, von der Mattscheibe aus verschiebbar.

1.7 Strahlengang

Die Auflichtobjekte bedingen grundsätzlich eine ganz andere Beleuchtungsanordnung als die Durchlichtobjekte, da jene von der Objektivseite her beleuchtet werden müssen. Dies geschieht mit Hilfe eines Planglases, Spiegels

oder Prismas. Die dazu nötige Einrichtung nennt man einen Illuminator. Be-
findet sich die ablenkende Einheit zwischen Objektiv und Okular, so
spricht man von einem Vertikalilluminator. Bild 14 zeigt den Strahlengang in
einem solchen. Zunächst sei auf die Hellfeldbeleuchtung, dargestellt durch
die ausgezogenen Zentralstrahlen, eingegangen. Das von der Lichtquelle kom-
mende Licht wird durch den Kollektor in der Ebene der Aperturblende (48)
gesammelt. Somit entsteht hier ein Abbild der Wendel bzw. des Kraters.
Dieses wird zusammen mit der Öffnung der Aperturblende durch die Linsen
(200, 201, 202) nach teilweiser Reflexion an dem Planglas (205) in das Objektiv
(42) hinein abgebildet. Dabei verläuft der Strahlengang zwischen den Sam-
mellinsen (201, 202) parallel zur Illuminatorachse. Das Objektiv selbst, das
hier gleichzeitig als Kondensor wirkt, verlegt diese Abbildung ins Unend-
liche, so daß das Objekt mit parallelen Bündeln beleuchtet wird. Die Sammel-
linse (202) hat nun gleichzeitig die Aufgabe, mit Hilfe des Objektivs die
Leuchtfeldblende (45) ins Objektiv abzubilden.

Benutzt man zur Ablenkung statt des Planglases (205) das Prisma (204
Bild 15), so wird dadurch der Lichtweg zwischen der Sammellinse (202) und
dem Objektiv (42) stark abgekürzt. Um nun das Abbild der Aperturblende
wieder an derselben Stelle im Objektiv zu erhalten, muß man jetzt die
Korrektionslinse (46 Bild 5, 15b) einschalten.

Ganz anders liegen die Verhältnisse bei der Dunkelfeldbeleuchtung. Hier
benutzt man durch Umschalten des Wechselschiebers (43) die strichpunktiert
gezeichneten Randstrahlen. Um diesen die zur Ausleuchtung des Hohl-
spiegelkondensors (53) nötige Apertur zu erteilen, muß man die Beleuch-
tungslinse (87) so einschalten, daß die Abbildung des Kraters auf der Apertur-
blende erhalten bleibt. Von der Sammellinse (201) über den Ringspiegel (203)
bis zum Hohlspiegelkondensor verlaufen damit die Strahlen parallel zuein-
ander. Danach werden sie vom Kondensor auf dem Objekt gesammelt. Im
Dunkelfeld vertauschen die Blenden ihre Funktion. Die Blende (45) wirkt im
wesentlichen als Aperturblende, die Blende (48) als Leuchtfeldblende. Dabei
ist zu berücksichtigen, daß es in der Natur des Dunkelfeldkondensors be-
gründet liegt, daß das Abbild der Leuchtfeldblende auf dem Objekt nur
unscharf zu erkennen ist.

Vom Objekt an besteht zwischen Hell- und Dunkelfeld bezüglich des
Strahlenverlaufs (Bild 15) kein Unterschied mehr. Die vom Objekt reflek-
tierten Strahlen gelangen durch das Objektiv (42) und das Planglas (205) hin-
durch auf das Ablenkprisma 90° (206), das sie zur Kamera hin ablenkt. Da
die Objektive zur Vermeidung von Abbildungsfehlern für unendliche Tubus-
länge gebaut sind, so muß eine Tubuslinse (207) die endliche Schnittweite
erwirken. Das Homal (180) erzeugt dann schließlich das Abbild in der Matt-
scheibenebene.

Mittels des Schiebers (37) läßt sich das Prisma (206) aus dem Strahlengang
ausschalten. Dann gelangen die Strahlen über die andere Tubuslinse (207)
und die Prismen (208, 209) ins Okular (38).

Der Strahlengang bei Aufnahmen mit Mikrotaren und Photoobjektiven ist leicht aus den Bildern 22, 23 bzw. 13 zu ersehen. Das Planglas (62 Bild 22) reflektiert die von der Lichtquelle kommenden Strahlen senkrecht auf das Objekt. Man hat also Hellfeldbeleuchtung. Die Spiegel (73 Bild 23 bzw. 192 Bild 13) reflektieren dagegen die Strahlen schräg aufs Objekt. Es liegt demnach einseitige Dunkelfeldbeleuchtung vor.

Da die Mikrotare wie gewöhnliche photographische Objektive das Objekt direkt, also ohne Okular, abbilden, wird nur auf der Mattscheibe eingestellt. Deshalb wird bei Aufnahmen mit Mikrotaren der Phototubus (277 Bild 12) mit Okular oder Homal und Tubuslinse (207 Bild 15) herausgenommen.

1.8 Objektive

Die Objektive für mikroskopische Untersuchungen am Neophot werden im Gegensatz zu den normalen Mikroobjektiven nicht mit einem Gewinde am Tubus angeschraubt, sondern mit einem zylindrischen Paßstück in eine Auflage (61 Bild 5) am Vertikalilluminator eingesetzt. Außerdem sind sie nicht für eine endliche, sondern für unendliche Tubuslänge gerechnet.

Um von vornherein mit dem Neophot auch den Spezialanforderungen gerecht werden zu können, werden als Objektive Apochromate geliefert. Bei diesen sind durch Verwendung besonderer Glassorten und von Flußspat die sphärischen und chromatischen Aberrationen für den sichtbaren Teil des Spektrums so vollkommen korrigiert, daß die Bildfelder für alle Farben bis auf geringe Reste, die noch von geeigneten Okularen kompensiert werden, behoben sind. Man kann also bei ihnen zum Photographieren alle Filter von rot bis violett-blau verwenden.

Nur das schwächste Objektiv für mikroskopische Untersuchungen, das Triplet 5,5x/0,10 ist kein Apochromat. Es erfüllt aber besser als ein entsprechender Achromat die an ihn zu stellenden Forderungen.

Alle Apochromate sind mit der Lupenvergrößerung, der numerischen Apertur und dem Kennzeichen für unendliche Schnittweite beschriftet, z. B. Apochromat 15x/0,30/∞, das heißt: Apochromat mit 15facher Lupenvergrößerung und numerischer Apertur 0,30, für unendliche Schnittweite korrigiert. Gerade die numerische Apertur A ist die für die Bilderzeugung wichtigste Größe. Je höher die numerische Apertur eines Objektives, um so größer ist sein Auflösungsvermögen, d. h., um so feinere Einzelheiten des Metallschliffs werden sichtbar. Es ist bekannt, daß für ein unbewaffnetes Auge ein unter einem Winkel von V erscheinender Doppelpunkt Abstand im allgemeinen nur „eben bemerkbar“ ist. Ein Abstand von $2'$ ist „sicher erkennbar“ und ein solcher von $4'$ „bequem sichtbar“. Da sich der Mikroskopiker für gewöhnlich nicht nur mit der Trennung von Einzelheiten begnügen will, sondern auch deren Form usw. erkennen möchte, ist anzustreben, daß die Einzelheiten unter einem Winkel von $2'$ bis $4'$ erscheinen. Nur ein geschulter

Beobachter kann mit Nutzen in dem Bereich von 1' bis 2' arbeiten. Mikroskopiert man mit Licht von $0,5 \mu$ Wellenlänge, so erscheinen die eben aufgelösten Einzelheiten bei einer Vergrößerung von 250 A:1 unter 1', bei einer solchen von 500 A:1 unter 2' und schließlich einer solchen von 1000 A:1 unter 4'. Nach dem oben Gesagten bezeichnet man nun den Vergrößerungsbereich zwischen 250 bis 500 A als den kleinst nutzbaren, den von 500 bis 1000 A als den förderlichen und die darüberliegenden Vergrößerungen als leere. Am zweckmäßigsten ist es, man gewöhnt sich an, nur im Bereich der förderlichen Vergrößerungen zu arbeiten. Ein Unterschreiten des Bereiches ist immer zulässiger als ein überschreiten. Die mit Immersionsöl zu benutzenden Objektive sind mit H I (Homogene Immersion) bezeichnet und haben oben an der zylindrischen Fassung einen schwarzen Ring. Nur für Hellfeld zu verwendende Objektive tragen an der Stirnseite des Rändelringes eine weiße Ringmarke.

Bei einem H I-Objektiv wird der Raum zwischen Objekt und Frontlinse mit Immersionsöl, das jedem Objektiv beigegeben wird, ausgefüllt. Man bringt hierzu vor dem Einstellen je einen Tropfen Öl auf das Objekt und das Objektiv. Erhält man bei der Einstellung ein schlechtes Bild, so ist meistens zu wenig Öl vorhanden oder es sind Blasen im Öl. Dann muß man Probe und Objektiv reinigen und frisches Öl benutzen. Die Immersionssysteme dürfen nicht ohne Öl und nur mit dem von uns gelieferten Immersionsöl verwendet werden.

Nach Gebrauch muß das Öl sorgfältig von Objektiv und Probe entfernt werden. Hierzu benutze man nur reine, mehrfach gewaschene, mit Benzol getränkte Leinwand oder japanisches Reispapier. Das Zuhilfenehmen von Alkohol ist unstatthaft.

Das Triplet 5,5x, die beiden Mikrotare 1: $4,5 f = 45 \text{ mm}$ und 1: $6,3 f = 90 \text{ mm}$ und das Tessar 1: $4,5 f = 135 \text{ mm}$ sind mit vergüteter Optik versehen und tragen ein rot eingelassenes T. Das Mikrotar $f = 45 \text{ mm}$ hat eine Irisblende mit linearer Teilung, während das Mikrotar $f = 90 \text{ mm}$ ohne Irisblende ist. Das Tessar besitzt eine Irisblende, deren Teilung das Öffnungsverhältnis angibt.

1.9 Okulare und Homale

Zur Verwendung mit Apochromaten werden Kompensationsokulare geliefert. Die Okulare sind ebenfalls mit den Lupenvergrößerungen bezeichnet, z. B. K 10 X, d. h. Kompensationsokular mit 10facher Lupenvergrößerung. Die Okulare sind in erster Linie für subjektive Beobachtung bestimmt, können aber auch zur Photographie benutzt werden. Sie sind so gebaut, daß sie den Restfehler des von einem Apochromaten gelieferten Abbildes kompensieren.

Das Kompensationsokular 7x ist mit einstellbarer Augenlinse zur Verwendung mit einem Okularmikrometer (238 Bild 18) lieferbar. Mit ihm kann man bei subjektiven Beobachtungen die Größe von Gefügebestandteilen

ausmessen. Da der absolute Wert der Okularmikrometerteilung je nach der Lupenvergrößerung des verwendeten Objektivs verschieden ist, muß er für jedes besonders bestimmt werden. Dies geschieht in der Weise, daß man statt des Objektes das Objektmikrometer (220 Bild 18) einstellt und dann bestimmt, wieviel Skalenteile der Okularmikrometerteilung sich mit einer bestimmten Meßstrecke des Objektmikrometers decken. Ist dies z. B. bei 10 Skalenteilen des Okularmikrometers und 0,17 mm Länge des Objektmikrometers der Fall, so entspricht der Teilungswert des Okularmikrometers einer Strecke von $0,17:10 = 0,017$ mm auf der Objektoberfläche.

Vor allem zur Verwendung mit dem Triplet 5,5x, aber auch zur Übersicht mit allen anderen Objektiven wird ein Sonderokular vom Huygenstyp, Hm 4x (217 Bild 17), geliefert.

Das vom Objektiv entworfene Abbild liegt im allgemeinen nicht in einer Ebene, sondern auf einer gekrümmten Fläche. Die gewöhnlich verwendeten Okulare heben nun die Bildfeldkrümmung der Objektive nicht auf, sie vermögen daher jeweils nur die Mitte oder ringförmige Zonen der gewölbten Zwischenabbildung scharf auf eine Ebene abzubilden. Rand und Mitte des Sehfeldes können deshalb bei diesen Okularen nicht gleichzeitig scharf eingestellt werden.

Um dies zu erreichen, hat man Homale gebaut. Da die Bildfeldkrümmung der einzelnen Objektive verschieden ist, sind mehrere Homale (180, 215, 216 Bild 17) nötig, die die Wölbung in verschieden starkem Maße zu korrigieren vermögen. Sie werden an Stelle des Okularpaßstückes (174 Bild 12) in den Phototubus (177 Bild 12) bis zum Anschlag eingeschoben. Eine Ausnahme macht das Homal II, (180 Bild 12), das für die verschiedenen Kameralängen jeweils eine andere Stellung erfordert. Daher ist der zweite Teil der Fassung mit Strichmarken (179 Bild 12) versehen, deren Ziffern Vergrößerungen des hier imaginären Zwischenabbildes bedeuten. Als Index für die Teilung dient der obere Rand des Tubus. Das Homal wird bis zu dem Teilstrich eingeschoben, der dem Quotienten aus Abbildungsmaßstab und Lupenvergrößerung des Objektivs entspricht. Will man z. B. einen Abbildungsmaßstab von 320 :1 einstellen und benutzt dazu ein Objektiv mit 32facher Lupenvergrößerung, so muß das Homal auf $320 : 32 = 10$ eingestellt werden.

Die Homale sind Spezialsysteme, die nur zur Projektion auf die Mattscheibe oder für photographische Aufnahmen zu verwenden sind, nicht aber für subjektive Beobachtung. Die zweckmäßige Verwendung der Homale mit den verschiedenen Objektiven entnehme man der beiliegenden Tabelle der Abbildungsmaßstäbe.

2. Gebrauch der optischen Einrichtung

2.1 Geeignete Zusammenstellung von Objektiven und Okularen

Die Gesamtvergrößerung findet man bei subjektiver Beobachtung durch Multiplikation der Lupenvergrößerungen von Objektiv und Okular und beim Abbild auf der Mattscheibe durch Ausmessen mittels eines Objektmikrometers. Für die Auswahl des passenden Objektivs ist sein Auflösungsvermögen und damit also seine Apertur maßgebend. Wie schon im Abschnitt 1.8 erläutert wurde, soll die Gesamtvergrößerung im allgemeinen innerhalb des 500- bis 1000fachen der Apertur des betreffenden Objektivs liegen. Dies gilt nur für eine Bildbetrachtung aus der normalen Sehweite von 250 mm. Werden die Bilder aus einer größeren Entfernung betrachtet, oder sind sie für groben Rasterdruck bestimmt, so kann man mit der Gesamtvergrößerung um den Faktor „Betrachtungsabstand: normale Sehweite“ über das 1000fache der Apertur hinausgehen.

Man muß aber beachten, daß die Einzelheiten, die man bei der Betrachtung solcher übervergrößerten Bilder aus der normalen Sehweite erkennt, mit unscharfen, verschwommenen Konturen behaftet sind.

Die Tabelle der Abbildungsmaßstäbe ist in erster Linie unter Beachtung des oben Gesagten aufgestellt. Es sind auch andere Zusammenstellungen möglich als die auf dieser Tabelle verzeichneten, jedoch stellen diese die bestmögliche Auswahl dar.

2.2 Bestimmung der Vergrößerung

Infolge der unvermeidlichen kleinen Verschiedenheiten in der mechanischen Ausführung und dem Aufbau der Systeme ist es nicht möglich, die Stellungen des hinteren Balgenrahmens (165 Bild 11) auf der optischen Bank bei den einzelnen Vergrößerungen von vornherein genau anzugeben. Die Werte in der Tabelle der Abbildungsmaßstäbe stellen nur Näherungswerte dar. Es ist deshalb Sache des Benutzers, die genauen Werte dann selbst zu ermitteln. Zu dem Zweck wird das Objektmikrometer statt des Schließes aufgelegt und dessen Teilung mit der optischen Ausrüstung, die für die gewünschte Vergrößerung in der Tabelle angegeben ist, auf der Mattscheibe eingestellt. Dabei kann man von dem Näherungswert der Tabelle ausgehen. Dann ist die Mattscheibe so lange zu verschieben und die Einstellung zu ändern, bis das Abbild des Objektmikrometers scharf ist und die verlangte Vergrößerung aufweist. Das Ausmessen der Mikrometerstriche geschieht am besten mit Hilfe eines kleinen Glas- oder Zelluloid-Maßstabes, den man an die Mattscheibe anlegt. Die zu dieser Mattscheibenstellung gehörige Zahl auf der Orientierungsteilung kann man sich als genaueren Wert hinter die erste Näherung in die Tabelle eintragen und hat nun alle Angaben, um jederzeit die ge-

wünschte Vergrößerung ohne nochmaliges Ausmessen einstellen zu können. Bei der Verwendung des Multiplikators muß die Differenz der Mattscheibenstellung mit und ohne Multiplikator — 30 mm — berücksichtigt werden.

2.3 Auswahl der Illuminatoren

Prinzipiell bestehen zur Beleuchtung eines Objektes im auffallenden Licht zwei Möglichkeiten:

- a) Das Objekt wird so beleuchtet, daß seine senkrecht zur Objektivachse liegenden spiegelnden Flächen das Licht in das Objektiv hinein zurückwerfen. Man bezeichnet diese Art der Beleuchtung als „Hellfeld“.
- b) Das Objekt wird so beleuchtet, daß nur von solchen Stellen des Objektes, die nicht senkrecht, sondern geneigt zur Objektivachse liegen, Licht in das Objektiv reflektiert wird. Man spricht hier von Dunkelfeldbeleuchtung.

Jede der beiden Beleuchtungsarten läßt sich nochmals unterteilen, so daß sich die folgende Aufteilung ergibt:

- k) Hellfeldbeleuchtung mit senkrecht auffallendem Licht — verwirklicht durch die Plangläser (205 Bild 14 und 62 Bild 6).
- l) Hellfeldbeleuchtung mit schieferm Licht — verwirklicht durch das Planglas (205) in Verbindung mit der exzentrisch gestellten Aperturblende (48) bzw. durch das Beleuchtungsprisma (204 Bild 15).
- u) Allseitige Dunkelfeldbeleuchtung — verwirklicht durch den Ringspiegel (203 Bild 14) in Verbindung mit dem Hohlspiegelkondensor (53).
- v) Einseitige Dunkelfeldbeleuchtung — verwirklicht durch die beweglichen Beleuchtungsspiegel (73 Bild 6 und 192 Bild 13).

Zu ihrer Kennzeichnung kann folgendes gesagt werden:

Zu aa). Diese Beleuchtungsart läßt keine Schatten entstehen. Deshalb erscheinen selbst Abbilder von reliefartig aufgerauten Oberflächen flach. Trotzdem wird diese Beleuchtung in der Metallmikroskopie und verwandten Gebieten meistens bevorzugt, da sie Abbildungen mit sehr schmalen und scharfen Konturen liefert.

Zu ab). Mit dieser Beleuchtung kann man das Oberflächenrelief deutlich hervorheben. Man erhält dann je nach der Schiefe der Beleuchtung mehr oder weniger breite scheinbare Schattenränder an hervorstehenden Konturen.

Bei der mikroskopischen Beobachtung mit dem Planglas (205) läßt sich durch das Exzentrischstellen der Aperturblende (48) ein Strahlenbündel aussondern, das nach der Brechung durch das Objektiv schief zur Achse auf das Objekt auffällt. Das Planglas gestattet, das Objekt von jeder beliebigen Richtung

her schräg zu beleuchten. Diese Möglichkeit kann man für die Untersuchung mancher Objekte vorteilhaft ausnutzen. Die Abbilder empfindlicher Objekte bei schiefer Beleuchtung erscheinen verzerrt und weniger fein gezeichnet. Die schiefe Beleuchtung ist also mit Vorsicht anzuwenden und nur nach Vergleich des Abbildes mit senkrechter Beleuchtung. Das Prisma (204) gestattet nur schiefe Beleuchtung. Es ist bis zur Mitte der Objektivachse in den Strahlengang eingeschoben. Daher reflektiert es die zur Beleuchtung dienenden Strahlen nur durch eine Objektivhälfte hindurch. Das Objekt wird also immer von derselben Seite her beleuchtet. Diese Strahlen werden im Prisma vollständig reflektiert, während das Planglas einen Teil des auffallenden Lichtes hindurchgehen läßt. Die Abbilder mit dem Prismenilluminator sind also bei gleicher Aperturstellung heller als die mit dem Planglasilluminator. Dabei muß berücksichtigt werden, daß man beim Prismenilluminator die Aperturblende so weit zuziehen und exzentrisch stellen muß, bis man bei herausgenommenem Okular in der helleren Hälfte der Objektivöffnung das Aperturblendenabbild kreisförmig sieht. Dem Vorteil der helleren Bilder steht jedoch ein Nachteil gegenüber: Da das Prisma die eine Hälfte der Objektivöffnung verdeckt, steht den zur Abbildung dienenden Strahlen allein die andere Hälfte zur Verfügung. Die Apertur des Objektivs kann sich also nur parallel zur Prismenkante voll auswirken. In Richtungen senkrecht dazu wird die Apertur und damit das Auflösungsvermögen auf die Hälfte verringert.

Wegen dieser Herabsetzung soll der Prismenilluminator normalerweise nicht benutzt werden, sondern nur dann, wenn es sich um wenig kontrastreiche Objekte oder um das Beobachten der Schliiffabbildungen auf der Mattscheibe handelt. In allen anderen Fällen ist die Beleuchtung durch das Planglas vorteilhafter und unbedingt zu empfehlen.

Zu b). Die Dunkelfeldbeleuchtung kommt der Beleuchtung im diffusen Tageslicht am nächsten. Infolgedessen erscheinen farbige Objekte in den für Tageslichtbeleuchtung charakteristischen Farben, z. B. Kupferoxydul leuchtend rot gegenüber hellblau im Hellfeld. Auch erscheinen aufgerauhte Oberflächen im Dunkelfeld meist kontrastreicher als im Hellfeld. Aus diesen Gründen ist die Dunkelfeldbeleuchtung manchmal der Hellfeldbeleuchtung vorzuziehen. Andererseits sei hier aber auch erwähnt, daß die Beobachtung im Dunkelfeld eine viel sorgfältigere Schliiffbearbeitung erfordert, da man hier selbst die kleinste Bearbeitungsspur noch deutlich bemerken kann.

2.4 Benutzung der Blenden

Besonders die gewöhnlich zur mikroskopischen Untersuchung benutzte Hellfeldbeleuchtung mit Planglas (205 Bild 15) erfordert zu ihrer Regelung mehrere Blenden.

Zunächst sei die Wirkungsweise der Aperturblende (48) gezeigt, die durch Änderung der Apertur, d. h. des Öffnungswinkels des zur Beleuchtung dienen-

den Strahlenbündels, die Helligkeit des Bildes regelt. Voraussetzung dafür ist die Abbildung der Lichtquelle in der Aperturblendenebene. Diese wird, wie in 1.7 beschrieben, in die Nähe der Hinterlinse des Objektivs abgebildet. Nachdem man das Abbild des Objektes scharf eingestellt hat, kann man das Blendenbild folgendermaßen beobachten: Man entfernt das Okular und schaut in den Tubus hinein. Dann sieht man in dem schwach beleuchteten Kreis — der hinteren Objektivöffnung — das Abbild der Aperturblende als hellen Fleck. Die richtige Öffnung der Blende muß man in jedem Fall ausprobieren. Je mehr die Blende geschlossen ist, desto weniger wird die Struktur des Objektes aufgelöst. Auch erscheinen bei zu enger Blende grobe Strukturen im Abbild mit Doppelkonturen, den sogenannten Interferenzstreifen. Das Abbild gibt also einen ganz falschen Eindruck vom wirklichen Gefüge. Man darf deshalb die Aperturblende nicht zu eng schließen. Andererseits darf man sie aber auch nicht zu weit öffnen, da man dann flauere Bilder erhält.

Die Aperturblende läßt sich mittels der Schraube (50 Bild 5) aus der optischen Achse herausschieben. Das Blendenabbild in der hinteren Objektivöffnung macht natürlich diese Verschiebung mit. Auf diese Art kann, wie schon gesagt, das Objekt schief beleuchtet werden. Man darf die Aperturblende nur so weit aus der Achse verschieben, daß ihr Abbild noch innerhalb der Objektivöffnung liegt. Von der richtigen Stellung der Blende überzeugt man sich, indem man das Blendenbild, wie oben beschrieben, im Grund des Tubus beobachtet. Da sich die Aperturblende drehen läßt, kann man somit schiefe Beleuchtung in jeder Richtung herstellen. Bei Benutzung des Prismenilluminators berücksichtigt man das im Abschnitt 2.3 Gesagte.

Die Leuchtfeldblende (45 Bild 5) ist so in den Strahlengang eingeschaltet, daß sie vom Objektiv auf der Objektfläche abgebildet wird. Schließt man die Leuchtfeldblende, so erscheint der Rand scharf im Sehfeld. Sie wird so weit geöffnet, daß sie gerade aus ihm verschwindet. Ein weiteres Öffnen ist unvorteilhaft, da mit dieser Blende gerade unerwünschtes Reflexlicht beseitigt werden soll, das sonst den Kontrast der Abbildung schwächen könnte.

2.5 Lichtfilter

Bekanntlich wirken die einzelnen Farben des Spektrums in verschiedenem Maße auf die photographische Platte ein. Am empfindlichsten ist die photographische Schicht für blaues Licht. Für die übrigen Farben nimmt die Empfindlichkeit der gewöhnlichen Platte nach dem Rot hin in zunehmendem Maße ab. Um die Farben des Objektes einigermaßen tonrichtig zu erhalten, benutzt man statt der gewöhnlichen meist orthochromatische Platten. Diese sind auch für Gelb empfindlich gemacht und werden oft noch in Verbindung mit einem Gelb- oder Gelbgrünfilter benutzt. Dieses dämpft die blauen Strahlen, und man erhält so eine Empfindlichkeitskurve, die der des menschlichen Auges möglichst nahekommt.

In manchen Fällen ist eine tonrichtige Wiedergabe der Farben gar nicht erwünscht. Es kommt vielmehr darauf an, einen Gefügebestandteil möglichst kontrastreich aus seiner Umgebung herauszuarbeiten. Man muß dann ein Filter benutzen, dessen Farbe zu der Färbung des Gefügebestandteiles komplementär ist.

Will man dagegen die Struktur innerhalb eines einzelnen farbigen Bestandteiles möglichst stark hervorheben, so muß man ein Filter derselben Farbe verwenden.

Da die Apochromate fast vollkommen für alle Farben des sichtbaren Spektrums korrigiert sind, kann man unbedenklich mit jedem Filter arbeiten. Sollte man kein anderes Filter benötigen, so empfiehlt es sich, aus phototechnischen Gründen ein Gelbgrünfilter anzuwenden, um so auf der photographischen Platte eine möglichst tonrichtige Wiedergabe des Objektes zu erhalten.

Die gute Korrektur der Apochromate läßt sich vorteilhaft zur Steigerung des Auflösungsvermögens ausnutzen, indem man durch Verwendung eines Blaufilters mit kurzwelligem Licht arbeitet. Man erreicht mit blauem Licht von

$\lambda = 0,44 \mu$ eine Steigerung des Auflösungsvermögens um etwa 25 % gegenüber gelbgrünem Licht mit $\lambda = 0,55 \mu$. Da sich die Farbenkorrektur der Apochromate nicht mehr bis ins Ultraviolette hinein erstreckt, muß man dieses absorbieren. Dazu dienen die folgenden Chininsulfatlösungen, die man als Küvettenflüssigkeit benutzen kann:

a) Nur zur Absorption der ultravioletten Strahlen:

1000 cm³ dest. Wasser
1 „ Schwefelsäure
3 g Chininsulfat

b) Für Absorption der ultravioletten und violetten Strahlen:

1000 cm³ dest. Wasser
5 „ Schwefelsäure
20 g Chininsulfat

Die Flüssigkeit wird nach langem Gebrauch gelb und absorbiert dann auch sichtbares Blau und Violett. Sie muß deshalb von Zeit zu Zeit durch frische Lösung ersetzt werden.

2.6 Polarisierungseinrichtung

Die Beobachtung im polarisierten Licht ist ein wichtiges Hilfsmittel zur Unterscheidung von Einschlüssen in Stählen. Bekanntlich bleibt bei einfallendem Licht an der Grenzfläche zwischen zwei Medien (optisch isotropen) Körpern das Sehfeld zwischen gekreuzten Polarisatoren auch bei Drehung des Objektisches um 360° dunkel, während

doppeltbrechende (optisch anisotrope) Aufhellung und Farben zeigen. Ferner werden sie bei Drehung um 360° abwechselnd viermal hell und dunkel. Optisch isotrop sind alle kubisch kristallisierten und amorphen Körper, optisch anisotrop alle nicht kubisch kristallisierten. Somit kann man z. B. Chromit- von Silikateinschlüssen in Chromstählen unterscheiden. Schließlich geben auch Aluminium-, Kupfer-, Antimon- und Zinnlegierungen ein dankbares Beobachtungsgebiet für polarisiertes Licht ab.

3. Gebrauchsanweisung

3.1 Aufbauen der Grundausrüstung

Das Gerät ist in vier Kisten verpackt. In der einen Kiste befinden sich die beiden Tischuntersätze (143 Bild 10).

Sie werden nach dem Auspacken an den Aufstellungsort des Instrumentes gebracht und so hingestellt, daß die beiden angeschraubten Scheiben zum Überschieben der Fußstange (142) einander zugekehrt sind.

Diese Fußstange befindet sich zusammen mit der Tischplatte, der Schiene, der Orientierungsteilung und den Fernbewegungstangen in der großen, flachen Kiste. Die Fußstange wird über die Scheibe an dem einen Tischuntersatz bis zum Anschlag geschoben, und dann wird der andere Tischuntersatz herangerückt, bis die Fußstange auch über seine Scheibe geht.

Hierauf wird die Tischplatte (141) nach Herausschrauben der acht in ihrer Unterseite sitzenden Halteschrauben so aufgelegt, daß sich das Warenzeichen rechts befindet, und mit den Schrauben an die Befestigungswinkel (136) angeschraubt. Dann wird die Schiene (132) mit ihren Drehbolzen (134) so in die Schwingungsdämpfer (135) eingesetzt, daß der dreieckige Querschnitt von der Beobachtungsseite aus gesehen auf der rechten Seite des Tisches, also an der des Warenzeichens, zu stehen kommt. In einer dritten Kiste befindet sich der Versandkasten mit dem Stativ (Bild 16), in der vierten sämtliche weiteren Teile. Die kleineren Zubehörteile räume man gleich beim Auspacken in die entsprechenden Schubkästen (137 bis 140 Bild 10, sowie Bild 17 bis 20).

Es ist zweckmäßig, zunächst die **Zusatzeinrichtung für Aufnahmen mit Photoobjektiven** (Bild 13) aufzubauen. Dazu wird die Schiebestange vom Reiter (196) abgeschraubt und dieser so auf die Schiene gesetzt, daß die Bohrung für die Schwenkachse (194) hinten liegt. Die Stange wird nun durch die Öse unter dem linken Ende der Schiene geschoben und mittels der zwei Schrauben darunter wieder am Reiter festgeschraubt. Dabei ist zu beachten, daß die Schrauben nicht zu stark angezogen und die Federn dadurch nicht zu fest an die Schiene gepreßt werden. Der Reiter muß mittels der Schiebestange leicht verschiebbar sein.

Die Schwenkachse (194) wird so durch den Objektisch (197) gesteckt, daß die Führung an dem Tisch oben liegt, und bis zum Anschlag in den Reiter (196) eingesetzt. In diese Achse (194) wird der Spiegelhalter (193) eingeschoben und daran der Spiegel (192) befestigt. Der Halter (193) und die kurze Seite des Objektisches sollen parallel zueinander stehen. Das Ein- und Ausschwenken von Tisch und Spiegel erfolgt durch Lösen der Klemmschraube unten am Reiter und Drehen der Schwenkachse (194). Damit bleiben Tisch und Spiegel immer zueinander ausgerichtet.

Danach wird die **Kamera** (Bild 11 und 12) auf die Schiene aufgeschoben. Ein Aufsetzen ist nicht möglich. In den vorderen Balgenrahmen (168) wird der Verschlussrahmen (169) mit dem Verschluss (170) eingeschoben. Die Mattscheibe (162) ist in den hinteren Balgenrahmen (165) unten einzulegen und der Schieberiegel (153) darüber zu schieben. Zuletzt wird der Beobachtungsspiegel (167) eingesetzt.

Das **Stativ** wird aus dem Versandkasten (Bild 16) genommen. Hierzu wird zuerst die vordere Wand abgeschraubt. Nachdem man die Platte (213) etwas herausgezogen hat, kann man nach Lösen der Klemmschraube (32) das Stativ herausnehmen und auf den dreieckigen Querschnitt der Schiene (132 Bild 10) mit dem Beobachtungstubus (36 Bild 16) nach vorn aufsetzen. Hierbei ist das Stativ möglichst unten anzufassen, keinesfalls am Tischträger (22) oder am Tubus (36). Mittels der Grobbewegung (27) wird der Tisch hochgeschraubt und der Stützklötz (212) entfernt.

Anschließend werden die beiden Fernbewegungsstangen (356 und 357 Bild 11) in die Lager (144 Bild 10) am linken Träger (133) eingesetzt. Das Stativ ist so weit heranzurücken, daß die beiden Stangen über die entsprechenden Anschlüsse (34 Bild 4) greifen. Dies ist dann der Fall, wenn der weiße Punkt an der rechten Seite des Stativfußes über Mitte des entsprechenden weißen Punktes auf der Schiene steht. Jetzt wird die Klemmschraube (32) fest angezogen. Die **Orientierungsteilung** (164 Bild 11) ist in die Nut der Auflage (33 Bild 4) bis zum Anschlag einzuschieben und an den Anschraubwinkel (145 Bild 10) anzuschrauben. Man achte darauf, daß der Stellungszeiger (158 Bild 11) richtig auf der Teilung gleiten kann.

Anschließend wird der Lampenträger (122 Bild 9) mit dem Abblendgehäuse (112) auf die Schiene aufgesetzt und nach Übereinstimmung der Punktmarken festgeklemmt. Daraufhin wird die **Bogenlampe** (116) samt dem Justierstück (113) an den Lampenträger angehängt.

Vor die mikrophotographische Leuchte wird der **Kollektor mit der Küvette** (Bild 8) gesetzt. Die Küvette (102) ist so mit abgekochtem oder destilliertem Wasser zu füllen, daß sich keine Luftblasen, die auf dem Objekt abgebildet werden, darin befinden, und mit den Abdichtschrauben (105) nach dem Stativ zu auf den Träger aufzusetzen. Schließlich wird die **Mikroskopier-**

leuchte mit Blendschirm und Beleuchtungslinse (Bild 7) zwischen Kollektor und Stativ auf die Schiene aufgeklemt. Mittels der Überwurfmutter (83) ist das Lampengehäuse (84) samt Fassung (85) am Lampenträger anzuschrauben. Die Stellung dieser beiden Reiter ist wiederum durch entsprechende Punkte auf der Schiene festgelegt, wobei darauf zu achten ist, daß bei Dunkelfeld für den Kollektor der rote Punkt gilt.

3.2 Gebrauch der mikrophotographischen Leuchte

Die mikrophotographische Leuchte wird über den Widerstand (119 Bild 9) an das Netz angeschlossen. Bei Wechselstrom brennt sie mit 10 Amp. Für diese Stromstärke ist das Uhrwerk eingerichtet. Sie muß daher möglichst genau eingehalten werden. Bei zu niedriger Stromstärke brennen die Kohlen zu langsam ab. Das Uhrwerk schiebt sie zu schnell nach und sie laufen deshalb dauernd zusammen. Bei zu hoher Stromstärke tritt der umgekehrte Fall ein. Es empfiehlt sich daher, eine ständige Überwachung des richtigen Kohlenabbrandes und ein gelegentliches Nachstellen der Kohlen durch den Triebknopf (123), bzw. nur ein Verschieben der unteren Kohle mittels des Stellhebels (115) vorzunehmen.

Das Einsetzen neuer Kohlen geschieht am zweckmäßigsten wie folgt: Nach Ausschalten des Stromes wird der Stecker (118) von der Lampe abgezogen und die Lichtschutzkappe (117) hochgeklappt. Hierauf muß man die Klemmschraube (121) lösen und die Bogenlampe (116) bis zum Anschlag herausziehen. Nun werden die beiden Kohlenschlitten mit Hilfe des Triebknopfes (123) vollkommen zurückgezogen, das Uhrwerk aufgezogen und arretiert. Danach wird die obere, dünne und lange Kohle durch ihren Führungsring in den Schlitten bis zum Anschlag eingeführt und mit Hilfe der Exzenterklemme festgeklemmt. Entsprechend setzt man dann die untere, dicke und kurze Kohle ein. Beim Wechseln der Kohlen reinigt man gleich die Kontaktstellen mit einer schmalen Drahtbürste. Jetzt wird die Lampe bis zum Anschlag eingeschoben und mit der Schraube (121) festgeklemmt. Nach Herabklappen der Lichtschutzkappe wird der Stecker (118) wieder eingeführt. Um die Lampe zu zünden, werden die Kohlen durch den Triebknopf langsam zum Berühren gebracht und sofort wieder um etwa 5 mm getrennt. Nachdem die Lampe richtig brennt (s. nebenstehendes Bild), wird durch



28094

Lösen des Arretierungsknopfes das Uhrwerk eingeschaltet. Zum Löschen der Lampe genügt es nicht, daß man nur die Kohlen bis zum Anschlag auseinanderdreht. Man muß unbedingt das Uhrwerk mit ausschalten. Besser ist es sogar, wenn man bei längerem Nichtgebrauch den Widerstand abschaltet.

Das Abbild der Lichtquelle muß am Ort der zentrisch gestellten Aperturblende liegen. Man verschiebt daher den Reiter mit dem Kollektor (Bild 8) so, daß der Lichtkreis auf der geschlossenen Aperturblende den kleinsten Durchmesser hat und der farbige Rand gerade vom Rot zum Blau übergeht. Der Krater der oberen Kohle ist damit dort abgebildet. Durch Drehen der Justierschrauben (114 Bild 9) wird der Lichtkreis in die Mitte der Aperturblende eingestellt. Diese Justierung des Lichtes ist für eine gleichmäßige Beleuchtung außerordentlich wichtig.

3.3 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Hellfeld mit Planglas

Zunächst muß die Grundausrüstung wie folgt ergänzt werden: Nach Zurückschlagen des Vorreibers (211 Bild 16) nimmt man den Vertikalilluminator (41) aus dem Versandkasten und setzt ihn nach Hochschrauben des Objektisches in die Aufnahme (25 Bild 4) ein. Um die Feinbewegung, die auf diese Aufnahme wirkt, nicht zu verletzen, darf man den Illuminator nicht kräftig nach unten fallen lassen. Danach wird er mit der Schraube (52 Bild 5) festgeklemmt. Es ist darauf zu achten, daß der Illuminator wirklich bis zum Anschlag auf dem Stativ aufsitzt, da sonst die Justierung nicht stimmt.

Nun nimmt man den Phototubus (277 Bild 12) aus dem Versandkasten, setzt ihn an den Stützen (39 Bild 4) an und schraubt ihn mit der Überwurfmutter (176 Bild 12) fest. Nach Einsetzen des betreffenden Homals bzw. Okulars stellt man durch Heranschieben der Kamera eine lichtdichte Verbindung her. Die Lichtschutzhülse (173) darf sich dabei aber nicht mit dem Lichtschutz (178) berühren. Je nach Größe des Objektes wird eine der Einlegeblenden aus Glas (5 Bild 2) in den Objektisch eingelegt. Hierbei ist zu beachten, daß die Auflagefläche absolut frei von Fremdkörpern ist. Etwaiger Staub ist mit einem feinen Pinsel zu entfernen. Man wähle stets die Blendenöffnung so groß wie möglich. Für sehr kleine Objekte benutzt man zweckmäßig die Spalteinlegeblenden (7), für schwer auflegbare den Objektspanner (16 Bild 3). Auf alle Fälle ist es ratsam, die Tischfeder (3) einzuschrauben und, wenn möglich, zu gebrauchen.

Zur subjektiven Einstellung kann man die Mikroskopierleuchte benutzen, nachdem man durch Verstellung der Lampenfassung (85 Bild 7) die Wendel der Lichtwurflampe auf der geschlossenen Aperturblende abgebildet hat. Die zur Erzielung einer gleichmäßigen Ausleuchtung notwendige Mattscheibe führe man in den Filterhalter (90) ein. Damit ist das Köhler'sche Beleuchtungsprinzip gewahrt.

Die weitere Einstellung für die Hellfeldbeleuchtung mit dem Planglas bei subjektiver Beobachtung soll an Hand des Bildes 21 erläutert werden. Zunächst wird der Schieber (59) bis zum Anschlag herausgezogen. Dagegen wird der Wechselschieber (43) bis zum Anschlag eingeschoben. Die Korrektionslinse (46) ist herauszuklappen. Die Leuchtfeldblende (45) wird zugezogen.

Nach Hochschrauben des Objektisches wird das gewählte Objektiv in die Auflage (61 Bild 5) und das gewünschte Okular (38) in den monokularen Tubus (36) eingesetzt. Man beachte, daß das Objektiv nicht verkantet. Das richtige Aufsetzen kann man durch Hin- und Herdrehen des Objektivs kontrollieren. Die Auflagefläche muß absolut frei von Fremdkörpern sein. Mit einem feinen Pinsel kann man etwaigen Staub entfernen.

Durch Multiplikation der angegebenen Lupenvergrößerung von Objektiv und Okular läßt sich die Gesamtvergrößerung bestimmen. Zweckmäßig beobachtet man stets bei schwacher Vergrößerung, um einen Überblick über die Probe zu kommen. Erst zur Unterscheidung von Einzelheiten benutze man starke und stärkste Vergrößerungen.

Mittels des Triebknopfes (27) für die Grobbewegung wird der Tisch so weit heruntergeschraubt, bis der Schrägansatz an der Illuminatoroberkante auf die Strichmarke V (24 Bild 4) zeigt. Es wird in derselben Richtung weitergedreht, bis

an der Strichmarke der ObjektivEinstellung (28) diejenige Zahl erscheint, welche der Lupenvergrößerung des gerade benutzten Objektivs entspricht. Jetzt muß man durch das Okular beobachten und am Triebknopf (27) weiterdrehen, falls das Abbild der geschlossenen Leuchtfeldblende noch nicht scharf erscheinen sollte. Nachdem dies Abbild scharf eingestellt ist, wird die Leuchtfeldblende so weit geöffnet, daß sie gerade aus dem Sehfeld verschwindet. Sollte das Abbild nicht ganz zentrisch liegen, so kann man die Leuchtfeldblende (45) mittels der Schrauben (44) nachzentrieren. Bei schwachen Objektiven wird das Abbild des Objektes mit der Grobbewegung, bei starken mit der Feinbewegung scharf eingestellt. Dabei beachte man zu Beginn der Betätigung der Feinbewegung, daß die Strichmarke (30) in der Mitte der beiden anderen steht, damit genügend Bewegungsfreiheit nach beiden Seiten vorhanden ist. Bei starken Objektiven achte man besonders darauf, daß die Frontlinse des Objektivs nicht durch Anstoßen an das Objekt beschädigt wird. Vor dem Auflegen des Objektes ist die Tischblendenöffnung zentrisch zu stellen. Bei sehr schweren Objekten muß man die Bremse (26) für die Grobbewegung anziehen.

Das Einstellen schiefer Beleuchtung erfolgt nach dem unter 2.4 Gesagten durch das Exzentrischstellen der Aperturblende. Zwecks Einstellung für die photographische Aufnahme klappe man die Mikroskopierleuchte aus und schalte die mikrophotographische Leuchte nach 3.2 ein. Über das Justieren dieser Leuchte lese man ebenfalls dort nach.

Zum subjektiven Beobachten mit der mikrophotographischen Leuchte benutze man das auf das Okular aufsetzbare Schutzfilter (219 Bild 18) oder das Neutralglas bzw. eine Mattscheibe im Filterhalter (90 Bild 7). Will man die Abbildung auf die Mattscheibe umschalten, so muß man den Schieber (37 Bild 21) bis zum Anschlag einschieben. Entsprechend dem unter 1.9 Gesagten wird das Homal bzw. Okular ausgewählt und in den Phototubus eingesetzt. Okulare und Homale sind mittels eines feinen, sauberen Haarpinsels sorgfältig vom Staub zu reinigen, da sich dieser besonders bei hellen Objekten störend abbildet. In zweifelhaften Fällen muß das Okular bzw. Homal unter Beobachtung der Mattscheibenabbildung gedreht werden. Was sich hierbei im Abbild mitdreht, rührt von Verunreinigung der Okularlinsen her. Danach wird der Kameraauszug der gewünschten Vergrößerung nach eingestellt.

Durch Hineindrücken der Drehbolzen (134 Bild 10) wird die erschütterungsfreie Aufstellung hergestellt. Die Leuchtfeldblende (45) ist so weit zu schließen, daß nur das gewünschte Plattenformat ausgeleuchtet ist.

Über die Verwendung von Filtern gilt das unter 2.5 Gesagte. Ganz zuletzt wird mittels der Fernbewegung scharf eingestellt, und zwar im allgemeinen auf der Mattscheibe. Bei sehr feinen Einzelheiten muß man mit Klarglasscheibe und Einstellupe arbeiten. Zuerst ist diese auf das Kreuz der Scheibe scharf einzustellen. Die Lupe ist stets fest auf die Klarglasscheibe aufzusetzen. Das Einstellen läßt sich wesentlich bequemer in einem verdunkelten Raum vornehmen.

Ist die Belichtungsdauer unklar, so wird zweckmäßig eine Probeaufnahme mit verschiedenen Belichtungszeiten gemacht, entweder durch stufenweises Hineinschieben des Kassettenschiebers oder mit Hilfe des Multiplikators.

Man gewöhne sich daran, vor dem Belichten stets die Einstellung der Beleuchtung in der Aperturblendenebene noch einmal zu kontrollieren.

3.4 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Hellfeld mit Prisma

Hierbei wird der Schieber (59) bis zum Anschlag eingeschoben und die Linse (46) eingeklappt. Die Aperturblende ist nach dem unter 2.3 Gesagten etwas exzentrisch zu stellen und so weit zu schließen, daß man bei herausgenommenem Okular in der helleren Hälfte der Objektivöffnung das Aperturblendenabbild kreisförmig sieht. Sonst verfähre man wie unter 3.3 beschrieben.

3.5 Einstellen des zusammengesetzten Mikroskops im Dunkelfeld

Hierbei werden der Schieber (59) und der Wechselschieber (43) bis zum Anschlag herausgezogen. Ebenso wird die Korrektionslinse (46) ausgeklappt. Die Aperturblende (48) ist mittels der Stellschraube (50) bis zum Anschlag,

d. h. also zentrisch zu stellen. Bei ausnahmsweiser Benutzung der Mikroskopierleuchte ist der Blendschirm auszuschwenken und die Leuchte an die Aperturblende heranzuschieben. Im allgemeinen empfiehlt es sich, die mikrographische Leuchte zu verwenden (s. u.).

Jetzt wird der für das gewählte Objektiv gehörige Hohlspiegelkondensator mit Zwischenring über das Objektiv gesetzt. Dabei ist zu beachten, daß das Objektiv nicht verkantet wird. Durch Drehen beider Teile kann man leicht feststellen, ob sie gut aufsitzen, da sonst die Beleuchtung niemals gleichmäßig werden kann. Es gehören zusammen:

Apo 15x/0,30, Kondensator 1, Zwischenring für Apo 15x und
Apo 32x/0,65, „ 3, „ „ „ 32 x

Je nach Größe des Objektes lege man die entsprechenden Einlegeblenden aus Metall (6 Bild 2) in den Objektstisch ein. Es ist zweckmäßig, zunächst erst einmal im Helfeld (Einstellung nur durch Betätigung des Wechselschiebers [43]) bei geschlossener Leuchtfeldblende die Einstellung, wie unter 3.3 beschrieben, vorzunehmen. Danach ziehe man den Wechselschieber wieder heraus und öffne Leuchtfeld- sowie Aperturblende ganz. Die letzte Scharfeinstellung wird dann am Feintrieb vorgenommen.

Bei Benutzung der mikrographischen Leuchte ist die Beleuchtungslinse (87 Bild 7) einzuschalten. Die Leuchte ist nach dem unter 3.2 Gesagten in Betrieb zu nehmen. Durch Verschieben des Kollektors (101 Bild 1) auf den roten Punkt und Betätigen der Justierschrauben (114 Bild 9) wird die Beleuchtungslinse (87) voll und konzentrisch mit rotem Rand ausgeleuchtet. Der Durchmesser des Strahlenkegels soll zweckmäßig 2 bis 4 mm größer sein als der freie Durchmesser der Linse. Die beiden Blenden (45 und 48 Bild 5) werden bis zum Anschlag geschlossen. Jetzt wird die Beleuchtungslinse (87) so verschoben, daß auf der Blende (45) ein mehr oder weniger ungleichmäßiger blauer Ring oder Fleck sichtbar wird. Mittels der Justierschrauben (114 Bild 9) wird die Bogenlampe so ausgerichtet, daß der blaue Schatten auf der Blende (45) einen ringförmigen gleichmäßigen Ring bildet. Je lichtschwächer dieser Ring ist, desto empfindlicher ist die Einstellung. Daraufhin wird die Beleuchtungslinse (87) so weit von der Blende (48) entfernt, bis der blaue Ring auf der Blende (45) eben verschwindet. Die genaue Ausführung dieser Justierung ist für eine gleichmäßige Beleuchtung unbedingt erforderlich.

Hierauf werden die Blenden (45 und 48) ganz geöffnet. Die Einstellung des Objektes hat wie unter 3.3 beschrieben zu erfolgen.

Gemäß 2.4 wird durch Verstellen der Blenden (45 und 48) die Beleuchtung so abgestimmt, daß eine möglichst kontrastreiche Abbildung entsteht, ohne daß sich die Schatten der Blenden im Abbild zeigen.

Ist die Abbildung zu hell, so benutze man Mattscheiben im Filterhalter (90) am Blendschirm (89 Bild 7). Bei ganz schwachen Vergrößerungen erscheint unter Umständen das Sehfeld in der Mitte heller als am Rand. Dann gleichen die Mattscheiben die Helligkeit des Abbildes mit aus.

Für die Aufnahme verfährt man im übrigen wie unter 3.3 beschrieben. Die Mattscheiben benutzt man nur, wenn sie zur gleichmäßigen Ausleuchtung des Abbildes notwendig sind. Für mittlere und starke Objektive verdunkeln sie die Abbildung unnötig. Da die Helligkeit der Abbilder und damit die Belichtungszeit im Dunkelfeld sehr schwankt, empfiehlt sich in jedem Falle die Anfertigung einer Belichtungsreihe. Für Aufnahmen im Dunkelfeld müssen lichthoffreie Platten verwendet werden.

Zum schnellen Übergang von Dunkel- zu Hellfeld kann man die Beleuchtungslinse (87) eingeklappt und den Hohlspiegelkondensator aufgesteckt lassen. Nur der Wechselschieber (43) ist bis zum Anschlag hineinzuschieben und die Blenden (45 und 48) sind genau wie sonst im Hellfeld einzustellen. Arbeitet man nur im Hellfeld, so stellt man besser ohne die Linse (87) ein. Die Beleuchtung ist so günstiger.

3.6 Einstellen im polarisierten Licht

Zunächst wird die Abschlußplatte (56 Bild 5) am Vertikalilluminator nach Lösen der Rändelschraube gegen den Filteranalysator (57) ausgetauscht. Der Analysator kann ständig am Vertikalilluminator verbleiben, da man ihn bei Arbeiten mit gewöhnlichem Licht einfach aus dem Strahlengang entfernt, indem man ihn bis zum Anschlag herauszieht.

Beim Arbeiten mit polarisiertem Licht wird nur Hellfeldbeleuchtung verwendet. Für die Einstellung dieser Beleuchtungsart gilt das unter 3.3 und 3.4 Gesagte. Es empfiehlt sich, nur die mikrophotographische Leuchte zu benutzen, da die Abbilder bei gekreuzten Polarisatoren ziemlich dunkel werden. Ferner sollen ausgesuchte Objektive gebraucht werden.

Nachdem die Lichtquelle justiert ist, wird der Filterpolarisator (49) eingeklappt. Dabei ist darauf zu achten, daß die Strichmarke an dem drehbaren Kasten der Aperturblende (48) mit der auf dem kurzen Fassungsring befindlichen übereinstimmt, dann steht die Schwingungsebene des Polarisators horizontal. Dies muß immer der Fall sein.

Nun wird der Analysator bis zum Anschlag eingeschoben. Er läßt sich mit Hilfe des Rändelknopfes (58) drehen. Steht die Strichmarke dieses Knopfes auf „0“, so sind die Filterpolarisatoren gekreuzt, steht sie dagegen auf „90“, so sind sie parallel.

Um das Objekt beim Drehen des Tisches nicht aus dem Sehfeld zu verlieren, muß der Tisch mittels der Schrauben (23 Bild 4) zentriert werden. Zu diesem Zweck stellt man ein Objekt mit möglichst gleichmäßig verteilten Struktureinheiten, z. B. das Objektmikrometer, scharf ein und verstellt den Tisch mittels der Zentrierschrauben so lange, bis ein Strukturelement beim Drehen

des Tisches einen möglichst kleinen Kreis um die Sehfeldmitte beschreibt. Zur ganz genauen Zentrierung benutze man ein Strichkreuz im einstellbaren Meßokular.

Die Leuchtfeld- und die Aperturblende müssen ziemlich weit geschlossen werden, um möglichst gute Kontraste zu bekommen. Die günstigste Blendenstellung ist von Fall zu Fall auszuprobieren.

Da bei schwach anisotropen Objekten das Abbild ziemlich dunkel wird, stellt man mit der Klarglasscheibe und der Lupe scharf ein und benutzt möglichst hochempfindliche, panchromatische Platten.

3.7 Einstellen des einfachen Mikroskopes im Hellfeld

Beim einfachen Mikroskop werden nur Mikrotare verwendet. Es wird also ohne Okular gearbeitet. Man kann daher nur auf der Mattscheibe und mit der mikrophotographischen Leuchte einstellen. Die Hellfeldbeleuchtung (Bild 22) eignet sich vor allem für ebene, gut reflektierende Objekte. Der Aufbau der Grundausrüstung (vgl. 3.1) ist wie folgt zu ergänzen:

Die Kamera ist an das Stativ heranzuschieben, so daß sich die Lichtschutzhülse (173) direkt an den Stützen des Stativs anschließt, ohne daß der Phototubus dazwischengeschaltet wird. Hierbei muß der Reiter (196 Bild 13) samt der Zusatzeinrichtung (191 Bild 1) dicht an das Stativ herangeschoben werden.

Der Planglashalter (63 Bild 22) ist vorsichtig an das Stativ anzusetzen und mit der Schraube (66) festzuklemmen. Man beachte ebenfalls wieder, daß der Halter bis zum Anschlag in der Aufnahme am Stativ sitzt, da sonst die Justierung nicht stimmt. Das zu verwendende Mikrotar ist einzuschrauben. Die Wahl richtet sich nach dem gewünschten Abbildungsmaßstab gemäß der beiliegenden Tabelle für Abbildungsmaßstäbe.

Falls eine Irisblende vorhanden ist, ist diese ganz zu öffnen. Nun wird der Blendschirm (64) aufgesetzt und das Planglas in Fassung (62) so über das Mikrotar gestülpt, daß der Stift in die Bohrung im Halter eingreift. Das Planglas ist nun richtig justiert. Man beachte, daß die Fassung beim Einsetzen nicht verkantet. Anschließend wird die dem gewählten Mikrotar entsprechende Beleuchtungslinse (67) bis zum Anschlag aufgeschoben und festgeklemmt. Die Klemmschraube soll vorn sitzen. Das Blendrohr (88) ist auf den Stützen des Blendschirmes aufzuschieben und mit diesem zusammen dicht an die Beleuchtungslinse (67) heranzuschieben. Die dem gewählten Mikrotar entsprechende Blende ist in den Objektisch einzulegen, und zwar für das Mikrotar $f = 90$ mm die Einlegeblenden aus Metall (69 Bild 6), für Mikrotar $f = 45$ mm die Spalteinhängeblenden (68). Der Schieber für das Ablenkprisma 90° (37 Bild 4) ist bis zum Anschlag einzuschieben und die mikrophotographische Leuchte gemäß 3.2 einzuschalten. Durch Verschieben des Kollektors

und Verstellen der Justierschrauben an der Leuchte ist die Linse (67) zentrisch mit rotem Rand auszuleuchten. Dann wird der Kollektor so weit zur Lampe hingeschoben, daß auf der Fassung der Linse (67) kein farbiger Rand mehr zu sehen ist. Zur besseren Beobachtung dieser Einstellung kann man vorübergehend das Blendrohr (88) samt Blendschirm ausklappen. Nun wird die Abbildung auf der Mattscheibe mittels der Grobbewegung scharf eingestellt. Man benutze dafür die dazugehörige Fernbewegungsstange. Das Abbild wird durch Verschieben des Tisches in die Mitte der Mattscheibe gebracht.

Die Vergrößerung kann durch Verstellen des Balgenauszuges verändert werden. Zum Ausmessen der Vergrößerung stellt man hier einen Maßstab mit Millimeterteilung an Stelle des Objektes scharf ein und mißt mit einem zweiten Maßstab die Abbildung des ersten auf der Mattscheibe aus. Für die Aufnahme verwendet man allgemein ein Gelbgrünfilter. Im übrigen verfährt man ebenso wie unter 3.3 beschrieben.

3.8 Einstellen des einfachen Mikroskops im Dunkelfeld

Die Dunkelfeldbeleuchtung ist auch für unebene und raue Objekte zu verwenden. Wie Bild 23 zeigt, werden das Planglas in Fassung (62), der Blendschirm (64) und die Beleuchtungslinse (67) vom Planglashalter entfernt. Dafür wird der Spiegelaufsatz (72) angebracht und festgeklemmt. Daran wird dann der Blendschirm (75) mit der Schraube (74) befestigt.

In den Objektstisch ist die dem gewählten Objektiv entsprechende Blende einzulegen (siehe auch 3.7). Der Beleuchtungsspiegel (73) ist senkrecht zu stellen. Die Mattscheibe (70) ist auszuschwenken. Durch Verschieben des Kollektors und Verstellen der Justierschrauben an der mikrographischen Leuchte ist der Spiegel (73) mit rotem Rand zentrisch auszuleuchten. Dann verschiebe man den Kollektor so weit zur Leuchte hin, daß der Spiegel (73) farblos ausgeleuchtet ist. Nun kann man den Blendschirm (89) samt Blendrohr (88) einschwenken.

Jetzt ist der Spiegel so zu drehen, daß das Objekt beleuchtet wird. Mittels der Grobbewegung ist daraufhin die Abbildung auf der Mattscheibe scharf einzustellen. Hierbei muß der Spiegel nachgerichtet werden, so daß das Objekt immer gleichmäßig beleuchtet wird. Gegebenenfalls ist die Abbildung durch Verschieben des Tisches in die Mitte der Mattscheibe zu bringen.

Durch Verschieben des Spiegels (73) in der Richtung der optischen Achse kann man schräge Beleuchtung unter verschiedenen Winkeln erhalten. Scharfe Schlagschatten, Reflexe usw. lassen sich durch Einschalten der Mattscheibe (70) ausgleichen.

Zum Photographieren unebener Objekte, wie Bruchproben usw., wird das Mikrotar $f = 45 \text{ mm}$ mit Irisblende verwendet. Durch entsprechendes Schließen dieser Blende läßt sich Schärfentiefe in ziemlich weiten Grenzen erreichen. Für die Aufnahme selbst gilt das unter 3.3 Gesagte.

3.9 Gebrauch der Zusatzeinrichtung für Aufnahmen mit Photoobjektiven

Die Zusatzeinrichtung (Bild 13) wird für Aufnahmen in gleicher Größe sowie für schwache Vergrößerungen oder Verkleinerungen benötigt. Zum Gebrauch wird der Objektisch (197) samt dem Beleuchtungsspiegel (192) um die Schwenkachse (194) so eingeschwenkt, daß die lange Tischseite und der vordere Balgenrahmen parallel zueinander stehen. Der Blendschirm (195) ist am Stativ, von dem der Phototubus abgenommen ist, anzubringen. In den vorderen Balgenrahmen (168 Bild 12) wird der Verschlußrahmen (169) samt Verschluß (170), Einstellfassung (171) und Tessar $f = 135$ mm (172) eingeschoben. Bei Verkleinerungen ist die Einstellfassung durch den Zwischenring (175, Bild 12) zu ersetzen. Wenn nötig, ist auch der Verschluß zu entfernen. Der Lichtabschluß der Kamera erfolgt dann mit dem Schutzdeckel des Tessars. Die Blende am Objektiv lasse man zunächst offen. Wie Bild 13 zeigt, ist vom Stativ der Illuminator abgenommen und der Objektisch mittels der Grobbewegung so weit wie möglich hochgeschraubt. Der Blendschirm (89 Bild 7) ist auszuklappen.

Der Beleuchtungsspiegel (192 Bild 13) wird senkrecht gestellt und die Bogenlampe durch Betätigung der Justierschrauben zentrisch auf den Spiegel eingestellt. Der Kollektor ist so weit von der mikrographischen Leuchte wegzuschieben, daß der Spiegel (192) mit rotem Rand ausgeleuchtet ist. Das Licht darf jedoch nicht über den Blendrahmen hinausgehen.

Durch Schwenken des Spiegels wird das Objekt beleuchtet. Dieses läßt sich, mit Plastilin aufgeklebt oder in einem Kästchen mit Sand liegend, in jede gewünschte Lage bringen. Gegebenenfalls kann man eine Spiegelung auf dem Objektisch durch eine Unterlage von schwarzem Samt oder mattschwarzem Papier vermeiden. Durch Verschieben des Spiegelhalters (193) und Schwenken des Spiegels (192) läßt sich mehr oder weniger schräge Beleuchtung einstellen.

Die Entfernung zwischen Objekt und Objektiv sowie zwischen diesem und der Mattscheibe bei der gewünschten Vergrößerung oder Verkleinerung kann man leicht nach folgenden Formeln berechnen:

$$\text{Bildweite} = (\text{Abbildungsmaßstab} + 1) \times \text{Brennweite}$$

$$\text{Gegenstandsweite} = \frac{(\text{Abbildungsmaßstab} + 1)}{\text{Abbildungsmaßstab}} \times \text{Brennweite}$$

Außerdem ist Bildweite = Gegenstandsweite \times Abbildungsmaßstab und Gegenstandsweite = Bildweite : Abbildungsmaßstab.

Will man also einen Abbildungsmaßstab 2:1 mit dem Tessar $f = 135$ mm einstellen, so muß man den Balgenauszug (Bildweite) auf $(2 + 1) \times 135$ mm = 405 mm ausziehen. Die Entfernung zwischen Objekt und Objektiv (Gegenstandsweite) muß auf $405 \text{ mm} : 2 \approx 203$ mm eingestellt werden. Bei Auf-

nahmen in gleicher Größe sind Gegenstands- und Bildweite gleich und betragen je zweimal Brennweite des Objektivs, also hier 270 mm. Man erhält auf diese Weise viel schneller die gewünschte Entfernung, als durch langwieriges Verschieben der Balgenrahmen und des Objektisches und jeweiliges Ausmessen des Maßstabes. Die Abstände sind von der Ebene der Objektivblende aus zu messen.

Durch Verstellung des Objektisches (197) in der Höhe und durch Hin- und Herschieben des Objektes bringt man dessen Abbild in die Mitte der Mattscheibe. Der Beleuchtungsspiegel (292) wird entsprechend nachgestellt. Bei kleinen Objekten ist es zweckmäßig, den Spiegel (192) nur so weit auszuweichen, daß das Objekt gleichmäßig beleuchtet ist. Je kleiner das Leuchtfeld ist, um so heller wird die Abbildung.

Das Scharfeinstellen auf der Mattscheibe geschieht durch das Verschieben der Zusatzeinrichtung mit Hilfe der Schiebestange von der Mattscheibe aus. Bei Objekten mit großen Tiefenunterschieden wird auf eine Stelle etwa in der Mitte der Tiefenausdehnung eingestellt. Erst dann kann man die Irisblende am Objektiv zur Erzielung der erforderlichen Schärfentiefe schließen. Niemals ist sie aber weiter zu schließen, als für die notwendige Schärfentiefe erforderlich ist.

Die Aufnahme wird, wie in 3.3 beschrieben, vorgenommen. Die Belichtungszeiten schwanken je nach der Helligkeit des Objektes und der Blendenöffnung am Objektiv ziemlich stark. Daher wird am besten zunächst eine Streifenaufnahme angefertigt.

4. Literaturhinweis über Metallographie

Wie eingangs betont, ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für einwandfreie Ergebnisse ein gut vorbereiteter Schliff. Die unter dem Mikroskop zu beobachtende Schliiffläche muß vollkommen eben sein und darf keinerlei von äußeren Einflüssen herrührende Unregelmäßigkeiten aufweisen. Sollten die einzelnen Gefügebestandteile sich von selbst nicht genügend durch ihr Reflexionsvermögen und ihre Farbe voneinander unterscheiden, so muß das Gefüge durch Ätzen usw. entwickelt werden. Da die Aufzählung und Besprechung der in der Metallographie hierbei angewandten Verfahren weit über den Rahmen dieser Gebrauchsanweisung hinausgehen würde, soll nur ein kurzer Literaturhinweis gegeben werden. Die hier zitierte Literatur soll zur Einführung dienen. In ihr findet man dann die für Sonderzwecke nötigen Hinweise in hinreichendem Maße.

Berglund, T. und Meyer, A.: Handbuch der metallographischen Schleif-, Polier- und Ätzverfahren, Berlin: Springer,

Hanemann, H. und Schröder, A.: Atlas Metallographicus, Berlin: Bornträger,

Goerens, P.: Einführung in die Metallographie, Halle: Knapp,

Hansen: Metallkunde der Nichteisenmetalle, Wiesbaden: Dieterich,

Schröder, A.: Ätzheft, Berlin: Bornträger.

Nur für das Beobachten im polarisierten Licht seien hier noch einige spezielle Arbeiten aufgeführt. Zuvor sei bemerkt, daß die Schliffe sehr sorgfältig zu polieren sind. Man muß dabei aufpassen, daß die Einschlüsse nicht herausbröckeln, da Risse und Löcher im polarisierten Licht hell aufleuchten und die Beobachtung stören.

Schafmeister, P. und Moll, G.: Die Verwendbarkeit polarisierten Lichtes bei der Gefügeuntersuchung von Eisen und Stahl. Techn. Mitt. Krupp 5, 1937, S. 9-16, Arch. Eisenhüttenw. 10, 1936/37, S. 155-160,

Monypenny, G. H. G.: The Use of Polarized Light in the Microscopical Examination of Iron and Steel. Metallurgist — Supplement to the Engineer. 163, 1937 June 25, p. 46, Aug. 27, p. 50,

Forster, L.V. and Wilson, I. G.: The Examination of Metals in Polarized Light, A. S. T. M. 1938,

Hanemann H. und Schröder, A.: Zur Mikroskopie in der Metallkunde. Zeiss-Nachrichten 1941, S. 271-276.

CARL ZEISS
JENA

Tabelle der Abbildungsmaßstäbe zum Neophot

I. Abbildungsmaßstab mit Tessar $f = 135 \text{ mm}$

Abbildungsmaßstab	Objektstand in mm (gemessen vom Objekt bis Objektivbendenring)		Kameraauszug in mm (gemessen vom Objektivblenden- ring bis zur Mattscheibe)	
	errechneter Wert	am Gerät gemessener Wert	errechneter Wert	am Gerät gemessener Wert
0,5 :1	405		203	
0,63 :1	349		220	
0,8 :1	304		243	
1 :1	270		270	
1,25 :1	243		304	
1,6 :1	219		351	
2 :1	203		405	
2,5 :1	189		473	
3 :1	180		540	
4 :1	169		675	

II. Abbildungsmaßstab mit Mikrotaren

Abbildungsmaßstab	Mikrotar	Stellung des Stellungszeigers 1)	
		Näherungswert mm	am Gerät gemessener Wert
4 :1	$f = 90 \text{ mm}$	330	
5 :1		420	
6,3 :1		535	
8 :1		690	
10 :1		870	
12,5 :1	$f = 45 \text{ mm}$	465	
16 :1		625	
20 :1		805	

III. Abbildungsmaßstab mit Triplet

Abbildungsmaßstab	Objektiv	Okular	Stellung des Stellungszeigers 1)	
			Näherungswert mm	am Gerät gemessener Wert
20:1	5,5 X	Hm 4x	490	
25:1			545	
32:1			620	
40:1			710	
50:1			820	
50:1	5,5 x	K 7x	550	
63:1			630	
80:1			740	
100:1			865	

IV. Abbildungsmaßstab mit Apochromate*)

Abbildungsmaßstab	Objektiv	Homal	einzustellende Strichmarke	Stellung des Stellungszeigers 1)	
				Näherungswert mm	am Gerät gemessener Wert
100:1	Apo 15x	II	(7)	510	
125:1			(8)	635	
160:1			(10)	815	
200:1	Apo 15x	VI		655	
250:1			790		
250:1	Apo 32x	II	(8)	580	
320:1			(10)	735	
400:1		(12)	910		
400:1		VI		605	
500:1	725				
630:1	Apo 60x	II	(10)	790	
630:1		VI		550	
800:1			655		
1000:1	785				
1000:1	Apo 90x			810	
1250:1			1000		
1600:1	IV		530		

1) Die, in der Tabelle angegebenen Werte beziehen sich auf die Stellung des Zeigers bei Benutzung der Kamera ohne Multiplikator.