# APPLIKATION INFORMATION

CARL ZEISS JENA
Kombinat
VEB Carl Zeiss JENA
Carl-Zeiss-Straße 1
Jena
DDR-6900

Mikroskopie 2/1987

## Applikationsorientierter Mikroskopobjektivkatalog

Das Mikroskopobjektiv ist der wichtigste und wertvollste Teil des Mikroskops, denn seine Leistungen sind ausschlaggebend für dessen Gesamtleistung.
Durch welche wesentlichen Parameter ist ein Mikroskopobjektiv gekennzeichnet?

1. Chromatischer Korrektionszustand

Im sichtbaren Spektralbereich werden unterschieden:

- Achromate
  Diese Objektive haben den vergleichsweise einfachsten optischen Aufbau. Ihre günstigste Korrektion liegt im gelben und grünen Bereich des Spektrums, den das menschliche Auge am hellsten wahrnimmt. Dahingegen liegen die Bildorte für rote und blaue Spektralfarben (die das Auge schwächer wahrnimmt) längs der optischen Achse weiter vom Objektiv entfernt.
- Apochromate
  Durch Verwendung spezieller Gläser wird erreicht, daß die Bildorte längs der optischen Achse für 3 Farben übereinstimmen (rot, blau, grün). Zwischen diesen Farben sind die Abweichungen sehr gering, so daß die Bilder aller Farben des sichtbaren Spektrums praktisch an einem Ort entstehen. Wegen dieser besseren Korrektion werden Apochromate mit höherer numerischer Apertur ausgeführt, als Achromate gleicher Maßstabszahl.
  Auf Grund dieser Eigenschaften ergibt sich die Anwendung der Apochromate überall dort, wo es um die Beobachtung feinster Farb- und Struktureinzelheiten geht. Wegen ihrer hohen Transmission im sichtbaren Spektralbereich und im angrenzenden nahen UV und der bereits erwähnten vergleichsweise hohen Apertur, sind diese Objektive besonders für Fluoreszenzmikroskopie geeignet.
- Fluoritobjektive
  Sie befinden sich derzeit nicht in unserem Produktionsprogramm

und sollen deshalb nur kurz umrissen werden. Diese Objektive sind ähnlich einfach gebaut wie Achromate, nehmen aber hinsichtlich ihrer Farbkorrektion eine Mittelstellung zwischen Achromaten und Apochromaten ein (Halbapochromate). Derartige Objektive werden von der Konkurrenz (Leitz, Oberkochen) für den Einsatz in der Fluoreszenzmikroskopie angeboten.

2. Bildfeldebnung

Die Bildfeldwölbung bewirkt, daß bei Scharfeinstellung auf die Bildmitte das Bild nach dem Rand hin zunehmend unscharf erscheint. Eine Scharfeinstellung der Randdetails erfolgt durch Nachfokussierung. Die Beseitigung der Bildfeldwölbung erfolgt durch Verwendung spezieller optischer Elemente ("dicke Menisken") und führt zur Bildfeldebnung. Diese sogenannten Planobjektive gibt es mit achromatischer bzw. apochromatischer Korrektion. Das geebnete Bildfeld führt bereits bei visueller Beobachtung zu einem Informationsgewinn und ist für die Mikrofotografie wesentliche Voraussetzung.

3. Großfeld-Abbildung

Die Einführung der JENA-Mikroskope 250-CF war verknüpft mit der Anwendung einer neuen Optikgeneration (Objektive, Okulare, Projektive). Eines der her ausragenden Merkmale dieser neuen Generation ist die Großfeld-Abbildung sowohl der Objektive als auch der Okulare und die Verbesserung der Bildfeldebnung auch bei den Normalfeld-Objektiven (Zwischenbildgröße 20 bzw. 25 mm). Die neuen GF-Objektive sind für eine Zwischenbildgröße von 32 mm korrigiert und gestatten in Kombination mit GF-Pw-Okularen (Großfeld-Weitfeld oder Ultraweitfeld) Großfeldabbildung mit einem Bildfelddurchmesser von 250 mm.

nach: $2y'' = SZ \cdot V_{Ok}$

scheinbares Sehfeld = Sehfeldzahl • Okularvergrößerung

Damit wird eine wesentliche Steigerung des abgebildeten Informationsinhaltes erreicht.

Es ist international üblich, von GF-Abbildung zu sprechen, wenn der zu beobachtende scheinbare Bildfelddurchmesser $\geq$175 mm ist.

4. CVD-Freiheit

1967/68 wurden mit den Objektiven für großen Arbeitsabstand

Mikroskopobjektive ohne den Bildfehler der chromatischen Vergrößerungsdifferenz (CVD) entwickelt und angeboten. Dieser Bildfehler führt dazu, daß sich in Abhängigkeit von der Wellenlänge unterschiedliche Bildgrößen (quer zur optischen Achse; Farbvergrößerungsfehler; lateraler Farbfehler) ergeben. Die Eliminierung dieses vom Objektiv erzeugten Farbfehlers erfolgte bisher durch die Kombination mit einem Kompensationsokular mit entsprechendem Farbvergrößerungsfehler. Das Kompensationssystem hat seine Grenzen insbesondere bei Großfeldabbildung. Besonders nachteilig wirkt sich der Farbvergrößerungsfehler bei der Abbildung von Objekten (z.B. Strichplatten) in der Blendenebene der Okulare (in Form farbiger Säume besonders außerhalb der Bildmitte und am Blendenrand) aus.
Alle diese Überlegungen führten dazu, daß mit der Einführung der neuen Mikroskope ausschließlich CVD-freie Systeme entwickelt wurden. Die Farbfehlerfreiheit betrifft sowohl Okulare und Projektive als auch Objektive. Letztere werden hinter der Objektivbezeichnung durch "A" gekennzeichnet. Im Gegensatz dazu werden Objektive mit CVD durch ein aufgraviertes "C" markiert und erfordern die Verwendung von Okularen mit chromatischer Kompensationswirkung.

5. Vergrößerung bzw. Abbildungsmaßstab

Von Vergrößerung wird dann gesprochen, wenn im Ergebnis der Abbildung durch ein optisches Instrument (Lupe) ein virtuelles Bild entsteht. Es wird dabei angenommen, daß Gegenstand und Bild in der konventionellen Sehweite (250 mm) liegen. Die Vergrößerung ist bestimmt durch das Verhältnis der Tangenswerte des Sehwinkels mit dem Instrument zum Sehwinkel ohne Instrument.
Vom Abbildungsmaßstab wird dann gesprochen, wenn durch die Abbildung ein reelles Bild entsteht. Der Quotient aus Bildgröße zu Objektgröße wird Abbildungsmaßstab oder Maßstabszahl genannt. Die Maßstabszahl wird auf Objektive, die für endliche Tubuslänge gerechnet sind aufgraviert.
Bei Objektiven für oo-Tubuslänge (und Okularen) wird die Vergrößerung angegeben und durch "x" gekennzeichnet (z.B A 50x/...).
Es ist generell zu beachten, daß sich Vergrößerung und Auflösung voneinander unterscheiden (wie im weiteren noch beschrieben wird) und das Wesentliche für die Leistungsfähig-

keit eines Objektivs dessen Auflösungsvermögen ist.
Vergrößerung bzw. Abbildungsmaßstab der Objektive werden nicht willkürlich gewählt. Es ist üblich, Werte zu verwenden, die einer Normreihe angehören. Dabei beträgt die Abweichung zwischen den einzelnen Werten der Normreihe jeweils 25 %. Für Okularvergrößerungen, Abbildungsmaßstäbe von Projektiven und Tubusfaktoren werden ebenfalls Werte aus der Normzahlreihe gewählt.

Normzahlreihe:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | 0,4 | 0,5 | 0,63 | 0,8 |
| 1 | 1,25 | 1,6 | 2 | 2,5 | 3,2 | 4 | 5 | 6,3 | 8 |
| 10 | 12,5 | 16 | 20 | 25 | 32 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 320 | 400 | 500 | 630 | 800 |

Eine so dichte Abstufung ist für die Objektivvergrößerungen nicht erforderlich und sicher auch nicht möglich. Deshalb wird für einzelne Objektivreihen eine Auswahl getroffen, die abhängig ist von der Apertur, dem Korrektionstyp, der gewünschten Lichtstärke des Objektivs und speziellen applikativen Anforderungen. Die einzelnen Objektivreihen sind wie folgt entsprechend der Normzahlreihe abgestuft:

- Achromate Tubuslänge 160
  3,2 / 6,3 / 10 / 20 / 40 / 100
- Achromate Tubuslänge 160 - Phako
  10 / 20 / 40 / 100
- Achromate Tubuslänge oo
  5 / 10 / 20 / 40 / 50 / 100
- Achromate Tubuslänge oo - Phako
  10 / 20 / 40 / 100
- Achromate Tubuslänge oo - Pol
  10 / 20 / 50 / 100
- Apochromate Tubuslänge oo
  6,3 / 12,5 / 25 / 50 / 100
- Apochromate Tubuslänge oo - Phako
  25 / 50 / 100
- Planachromate Tubuslänge oo
  2,5 / 5 / 10 / 20 / 40 / 50 / 100
- Planachromate Tubuslänge oo - HD
  2,5 / 5 / 10 / 20 / 50

- Planachromate Tubuslänge oo - Pol
  2,5 / 10 / 20 / 50 / 100
- Planachromate Tubuslänge oo - Phako
  5 / 10 / 20 / 100

- GF-Planachromate Tubuslänge oo
  1 / 1,25 / 1,6 / 2,5 / 3,2 / 6,3 / 7,5 / 12,5 / 25 / 40 / 50 / 100
- GF-Planachromate Tubuslänge oo - HD
  3,2 / 6,3 / 12,5 / 25
- GF-Planachromate Tubuslänge oo - Phako
  12,5 / 25 / 40 / 100
- GF-Planachromate Tubuslänge oo - Pol
  3,2 / 6,3 / 12,5 / 25 / 50

- GF-Planapochromate Tubuslänge oo
  25 / 50 / 100
- GF-Planapochromate Tubuslänge oo - HD
  25 / 50 / 100
- GF-Planapochromate Tubuslänge oo - Pol
  25 / 50 / 100

- Achromate mit Segment Tubuslänge oo
  5 / 16 / 50

- LD-Objektive Tubuslänge oo
  4 / 8 / 16 / 25 / 40

Auf Besonderheiten wird bei den einzelnen Objektiven bzw. Objektivreihen eingegangen.

6. <u>numerische Apertur</u>

Ein wichtiges Qualitätskriterium eines Objektivs ist seine Auflösung. Unter dem Auflösungsvermögen versteht man den minimalen Abstand zwischen Objektstrukturen, die gerade noch getrennt wahrgenommen werden: $d_{min} = \frac{\lambda}{2A}$

( $d_{min}$ = minimaler Abstand zwischen gerade noch auflösbaren Objektstrukturen
A = numerische Apertur ; $\lambda$ = Wellenlänge )

Die numerische Apertur wurde $A = n \cdot \sin\alpha$ definiert (n=Brechzahl des Mediums zwischen Objektiv und Probe, $\alpha$= halber Öffnungswinkel vom Objektiv zur Probe).
Da die Wellenlänge im sichtbaren Bereich des Spektrums eingeschränkt ist (400 - 780 nm), ist der wesentliche Faktor zur Steigerung des Auflösungsvermögens die numerische Apertur des Objektivs. Ist das Medium zwischen Objektiv und Objekt Luft (n = 1), handelt es sich also um ein sogenanntes Trockenobjektiv, ergibt sich wegen $\lambda_{max} = 90^{o}$ die maximale theoretische Apertur von A = 1. Praktisch liegt die Grenzapertur für Trokkensysteme bei 0,95. Eine weitere Steigerung des Auflösungsvermögens des Objektivs ist nur möglich, wenn $n > 1$, d.h. wenn sich zwischen Objektiv (Glas n = 1,515) und Objekt ein optisches Medium befindet, dessen Brechzahl ebenfalls $>1$ ist. Solche Medien werden Immersionsmittel genannt, die entsprechenden Systeme Immersionsobjektive (weitere Hinweise unter Punkt 7.).
Die in der tabellarischen Zusammenstellung angegebene Auflösungsgrenze ist berechnet nach $d_{min} = \frac{0,61\lambda}{A}$, wobei für $\lambda$= 550 nm (Schwerpunktwellenlänge des sichbaren Spektrums) festgelegt wurde. Diese Formel gilt für die Grenzauflösung zweier heller Punkte auf schwarzem Grund bei partiell kohärenter Beleuchtung. Da sich für die Berechnung der Auflösungsgrenze Unterschiede in Abhängigkeit von Objekt und Beleuchtung ergeben, ist der angegebene Wert als theoretischer Maximalwert zu betrachten.
Gleichfalls ist zu beachten, daß die Auflösungsgrenze nicht der Erkennbarkeitsgrenze entspricht. Die Erkennbarkeit eines kleinen hellen Scheibchens auf schwarzem Grund hängt nur von der Leuchtstärke bzw. von der Beleuchtungsstärke, mit der es beleuchtet wird ab.
Von Abbe wurde auch die sogenannte förderliche Vergrößerung eingeführt. Damit das Auge 2 Bildpunkte noch auflöst (d.h. deutlich getrennt sieht) ist ein Sehwinkel von 2' - 4' bei der konventionellen Sehweite von 250 mm notwendig. Für die mikroskopische Abbildung heißt das, daß die im Zwischenbild (vom Objektiv) aufgelösten Objekteinzelheiten durch das Okular so weit vergrößert werden müssen, daß sie dem Auge mindestens unter diesem Sehwinkel erscheinen. Daraus läßt sich ein Vergrößerungsbereich des Mikroskops errechnen, der dem 500 bis 1000 fachen der numerischen Apertur des verwendeten Objektivs

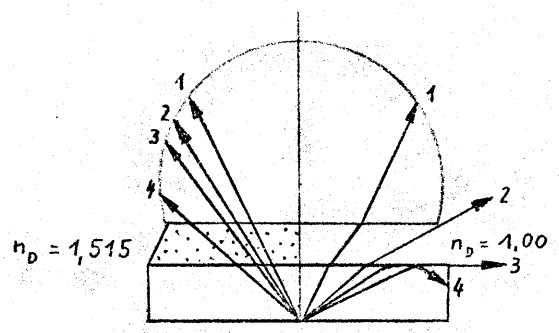
entspricht. Bei einer schwächeren Vergrößerung des Mikroskops (<als 500fache der numerischen Apertur des Objektivs) wird die Leistung des Objektivs nicht ausgenutzt und bei einer stärkeren werden keine zusätzlichen Struktureinzelheiten des zu untersuchenden Objekts sichtbar gemacht.

7. Immersionsmedien

Wie bereits erwähnt, besteht eine Möglichkeit, das Auflösungsvermögen zu erhöhen, in der Verwendung von Immersionsmedien der Brechzahl $n > 1$. Dazu werden Immersionsobjektive verwendet, die so gerechnet sind, daß zwischen Objektivfrontlinse und Objekt ein optisches Medium (Immersionsflüssigkeit) gebracht werden muß. Gebräuchlich sind folgende Immersionsflüssigkeiten:

| | |
|---|---|
| Immersionsöl | $n = 1{,}515$ |
| Glyzerin-Wasser-Mischung | $n \sim 1{,}453$ (bei 10% Wasseranteil) |
| Wasser | $n = 1{,}333$. |

Nach $A = n \cdot \sin\alpha$ ergeben sich bei Verwendung von Immersionsöl für die üblichen Aperturen von Immersionsobjektiven von 1,25 ; 1,3 ; 1,35 ; 1,4 die halben Öffnungswinkel $= 56^\circ$ ; $59^\circ$ ; $63^\circ$ ; $68^\circ$.




Eindringen der Lichtstrahlen in ein Ölimmersionsobjektiv (linke Hälfte) im Vergleich zu den Verhältnissen bei einem Trockenobjektiv (rechte Hälfte)

Aber nicht nur bezüglich der Auflösung ist die Anwendung von Immersionsobjektiven vorteilhaft. Der Anteil von unerwünschtem Reflexlicht, das durch Brechung an Frontfläche bzw. Deckglas entsteht, wird vermindert. Am günstigsten ist es dann, wenn die Brechzahlen zwischen Deckglas, Frontlinse, Einbettungsmittel des Präparates und Immersionsmedium übereinstimmen. In diesem Fall wird von homogener Immersion ge-

sprochen (Kennzeichnung erfolgt mit HI). Da die Glas-Luft-Grenzflächen als Ursache für Abbildungsfehler entfallen, treten bei Ölimmersion keine sphärischen Aberrationen auf. Bei strenger Verwirklichung des Prinzips der homogenen Immersion spielt es keine Rolle, ob das Objekt mit oder ohne Deckglas verwendet wird. Aber trotzdem gibt es HI-Objektive für bedeckte und unbedeckte Objekte. Dabei sind zwei Gesichtspunkte zu bedenken:

- Die Arbeitsabstände differieren, so daß es bei Objektiven für unbedeckte Objekte mechanisch unmöglich sein kann, mit Deckglas zu arbeiten.
- Die bestehenden Dispersionsunterschiede zwischen Immersionsöl und Glas machen es in Einzelfällen (Erzielung eines besonders kontrastreichen Bildes bei Objekten nahe der Auflösungsgrenze des Objektivs) notwendig, die angegebene Deckglaskorrektur exakt einzuhalten.

Das Immersionsöl ist jeweils vom Hersteller der Objektive zu beziehen, da Abweichungen bezüglich der maßgeblichen optischen Daten bestehen können.

Aber nicht für alle Anwendungsfälle ist Immersionsöl geeignet z. B. Schädigung unbedeckter Objekte (Gewebe, Zellen) oder deren Färbung. Vielfach scheidet der Gebrauch von Immersionsöl auch wegen der notwendigen Objektivreinigung, der Geruchsbelästigung (Xylol), der Verunreinigung anderer Objektive durch Unachtsamkeit aus. Deshalb ist es in diesen Fällen wünschenswert und üblich, Wasser, Glyzerin-Wasser- bzw. Glyzerin-Puffer-Gemische als Immersionsflüssigkeit einzusetzen. Die entsprechenden Objektive werden mit WI bzw. GlycI bezeichnet. Neuerdings gibt es Objektive, die für sogenannte variable Immersion (VI) nutzbar sind, d.h. für Immersionsmedien Öl, Gyzerin, Wasser.

Bei der Anwendung von Immersionsobjektiven und besonders bei HI-Systemen ist darauf zu achten, daß das Immersionsmedium blasen- und schlierenfrei benutzt wird. Es hat sich als günstig erwiesen, das Objektiv unter Ausnutzung des federnden Präparateschutzes quasi über den auf dem Objekt befindlichen Tropfen Immersionsöl herüber einzuschwenken und dann langsam einzutauchen.

Der Gebrauch von Immersionsöl macht auch einige Bemerkungen zur Reinigung der Objektive notwendig. Die allgemeine Reinigung der Frontlinse erfolgt mit einem staubfreien, ent-

fetteten Pinsel, nicht fusselnden Leinenlappen oder Leder. Im Bedarfsfall kann der Lappen mit destilliertem Wasser angefeuchtet werden. Die Beläge der Frontlinsen werden durch eine sachgemäße Säuberung nicht beschädigt. Die Rückseite des Objektivs (nach dem Abschrauben) ist in jedem Falle staubfrei zu halten. Sie kann mit einer Gummipuste ausgeblasen werden. Es ist darüber hinaus immer darauf zu achten, daß das Objektiv entweder am Objektivrevolver angeschraubt ist oder bei Nichtbenutzung in der entsprechenden Objektivkapsel aufbewahrt wird.
Die Verwendung von Immersionsöl erfordert einige Aufmerksamkeit. Dazu gehört, die dem Immersionsobjektiv benachbarten Objektive hoher Vergrößerung und damit geringen Arbeitsabstandes beim Durchschwenken nicht mit Öl zu verschmieren. Nach Beendigung der Arbeit ist das Immersionsobjektiv sofort von Ölresten zu reinigen. Als Lösungsmittel sollten Xylol bzw. Waschbenzin verwendet werden. Alkohol und Äther sind keinesfalls einzusetzen, da durch diese Lösungsmittel der Linsenkitt angegriffen wird und das Objektiv Schaden nimmt. Aber auch bei den empfohlenen Lösungsmitteln ist ein längeres Einwirken (Einweichen) zu vermeiden, da eine Erweichung des Kitts erfolgt. Wenn man Zweifel an der Sauberkeit des Immersionsobjektives hat, empfiehlt sich eine Kontrolle der Frontlinse mit einer Lupe oder einem Stereomikroskop. Unter Umständen werden dann verharzte Ölrückstände besonders am Fassungsrand deutlich.
Theoretisch besteht die Möglichkeit, mit dem Einsatz von Immersionsflüssigkeit höherer Brechzahl als 1,515 das Auflösungsvermögen weiter zu steigern. Bereits Abbe machte Versuche mit Monobromnaphthalin-Immersion (n = 1,66). Allerdings ist es dazu notwendig, auch Deckgläser und Einbettungsmittel des Objektes mit höherer Brechzahl zu verwenden. Schon aus diesem Grund hat sich die Möglichkeit für Durchlichtuntersuchungen nicht durchgesetzt.

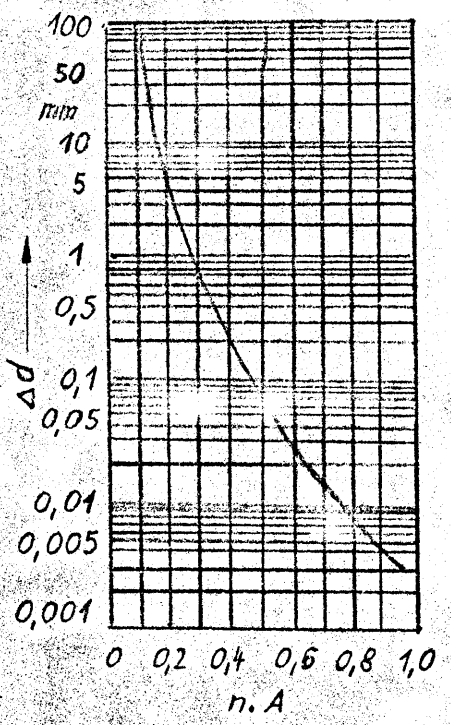
8. Deckglasdicke / Korrektionsfassung

Bei Mikroskopobjektiven ist an ihrer Gravur zu erkennen, für die Nutzung welcher Deckglasdicke sie korrigiert sind. Von der Art des Objektes ist abhängig, ob mit oder ohne Deckglas gearbeitet wird. Im allgemeinen werden im Auflicht unbedeckte und im Durchlicht bedeckte Präparate verwendet. Folgende Gra-

vuren sind zur Kennzeichnung der Deckglasdicke möglich:

" - ": Das Objektiv ist gegen Schwankungen der Deckglasdicke in einem Bereich von 0 bis 0,2 mm unempfindlich und kann somit für bedeckte und unbedeckte Proben verwendet werden, ohne daß Einbußen an der Bildgüte entstehen. Diese Bedingungen sind nur gegeben, wenn die Objektivapertur $<0,3$ ist. Bei Objektivaperturen $>0,3$ ist die benutzte Deckglasdicke mit in die Objektivrechnung (bezüglich Öffnungsfehler, chromatischer Korrektur) einbezogen, d.h. das Deckglas bzw. die planparallele Platte ist Bestandteil des optischen Systems des entsprechenden Objektivs.

"0,17": Objektive dieser Gravur sind mit einem Deckglas der Dicke 0,17 mm zu benutzen. Je hochaperturiger das System ist, desto geringere Deckglasdickenabweichungen wirken sich störend auf die Bildgüte aus (Unschärfe, Kontrastverlust). Im Extremfall, wenn die Brechzahl des Einbettungsmittels und des Deckglases annähernd übereinstimmen, ist auch die Dicke des Einbettungsmittels wirksam.




Zulässige Dickenabweichung eines Deckglases in Abhängigkeit von der numerischen Apertur eines Mikroskopobjektivs (Trockenobjektiv) aufgrund des entstehenden Öffnungsfehlers

Trockenobjektive hoher Apertur werden auf Grund ihrer extremen Deckglasdickenempfindlichkeit mit einer Korrektionsfassung ausgeführt, um die optimale Bildgüte

auch bei abweichender effektiver Deckglasdicke zu erreichen. Die Drehung des Korrektionsringes bewirkt eine Abstandsänderung zwischen dem vorderen und hinteren Teil des optischen Systems des Objektivs und damit eine Kompensation der durch abweichende Deckglasdicke entstehenden sphärischen Aberration. Wesentlich ist die Einstellung auf die effektive Deckglasdicke, d.h. eigentlich Deckglas und Schichtdicke zwischen Objekt und Deckglasunterseite. Die richtige Einstellung des Korrekturringes bereitet erfahrungsgemäß einige Schwierigkeiten. Deshalb sollen hier einige Hinweise dazu eingefügt werden:

- Eine Möglichkeit besteht im Ausmessen der effektiven Deckglasdicke (Differenz aus Präparatedicke - Objektträger + Objekt + Einbettungsmittel + Deckglas - und Objektträgerdicke), die dann am Korrekturring einzustellen ist.
- Möchte man das Ausmessen vermeiden, kann im Präparat eine feine kontrastarme Stelle gesucht werden. Die Verstellung des Korrekturringes sollte im ständigen Wechsel mit der Feinfokussierung solange erfolgen, bis die Struktur den besten Kontrast zeigt.
- Durch Beobachtung eines möglichst dunklen, kleinen Partikels in der Bildmitte bei schiefer Beleuchtung (dezentrieren der Aperturblende). Bei richtiger Einstellung des Korrektionsringes zeigen gegenüberliegende Konturen keine einseitigen Säume, sondern erscheinen scharf.

" O ": Das Objektiv ist zur Benutzung an unbedeckten Objekten geeignet.

9. <u>Präparateschutz - freier Arbeitsabstand</u>

Der Abstand zwischen Objektivfrontlinse und Präparat (Deckglas- bzw. Objektoberfläche) wird als freier Arbeitsabstand (FAA) bezeichnet. Er wird geringer mit steigender Objektivapertur. Größere Arbeitsabstände sind aber immer vorteilhaft im Hinblick auf ein bequemeres Mikroskopieren (z.B. Präparatewechsel). Für viele Anwendungsfälle sind die Arbeitsabstände der Objektive nicht ausreichend und es müssen Objektive mit großem Arbeitsabstand (LD, long distance) eingesetzt werden.

Ist der freie Arbeitsabstand $< 1,5$ mm, werden die Objektive

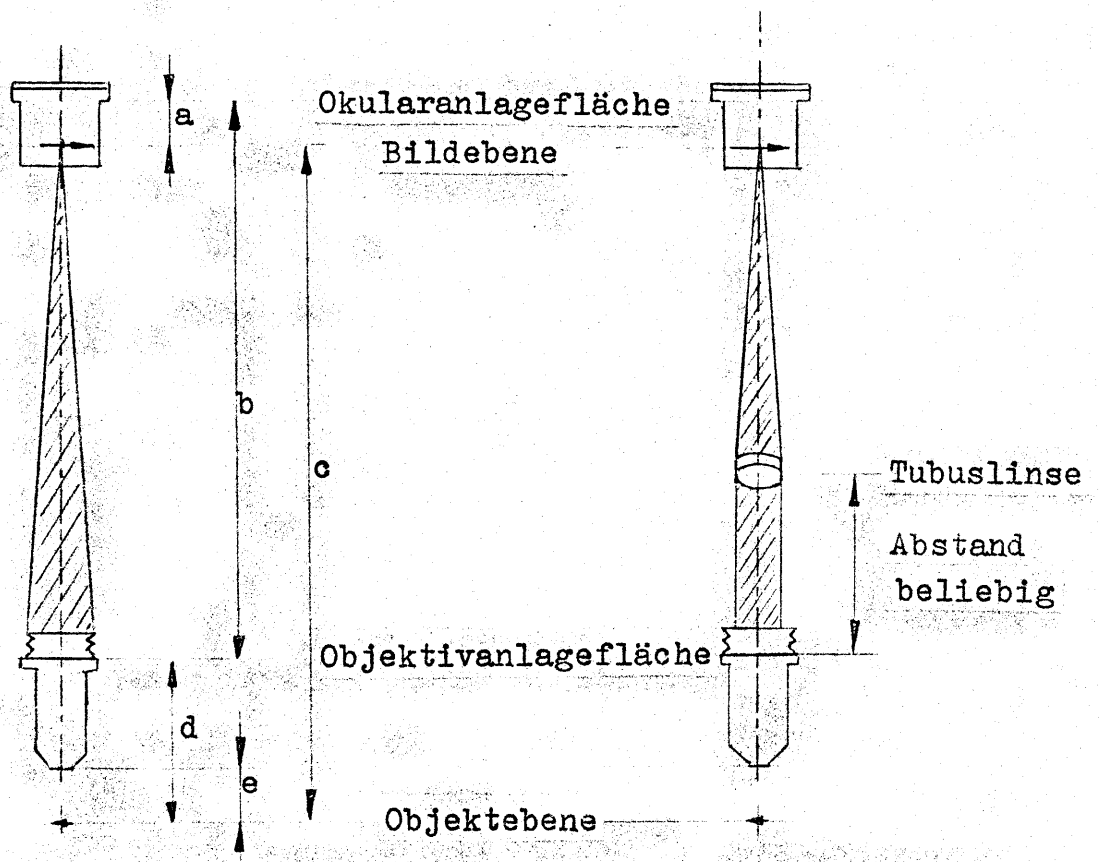
generell mit Präparateschutz ausgeführt. Dabei weicht der Fassungsteil des Objektivs,der das optische System aufnimmt, gegenüber einem äußeren starren Fassungsrohr federnd zurück. Somit werden beim Anstoßen der Objektivfrontlinse auf das Präparat beide Teile vor einer möglichen Zerstörung bewahrt.

10. Abgleichlänge

Der Abstand von der Objektebene bis zur Objektivanschraubfläche wird als Abgleichlänge bezeichnet und gilt für ein unbedecktes Objekt in Luft. Bei bedeckten Objekten wird die Abgleichlänge um die Strecke größer, die der Objektverschiebung durch das Deckglas entspricht. Gebräuchlich ist demzufolge eine Abgleichlänge für Objektive oo/0 von 45,00,mm und für Objektive oo/0,17 von 45,06 mm.
Auch international ist die Abgleichlänge 45 mm typisch. Ausnahmen sind z.B. unsere LD-Objektive bisheriger Produktion (K 4x ; K 8x ; K 16x ; K 25x ; Spiegelobjektiv 40x) - 75 mm, unsere LD-Objektive jetziger Produktion (4x ; 8x ; 16x ; 25x) - 65 mm, alte Zeiss-Objektive 33 mm und 65 mm.
Die Abgleichlänge aller Objektive von 45 mm und der werkseitig vorgenommene Feinabgleich bewirken, daß die Scharfeinstellung praktisch erhalten bleibt, wenn der Wechsel zwischen schwächeren, deckglasunempfindlichen Objektiven und mittelstarken und starken Objektiven erfolgt, Es spielt dabei keine Rolle, ob die starken Objektive mit oder ohne Deckglasdicke gerechnet sind. Immersionsobjektive, die wie bereits angeführt, von gewissen Ausnahmen abgesehen,sowohl mit als auch ohne Deckglas verwendet werden können, sind in der Abgleichlänge so ausgeführt, wie es ihrem Hauptanwendungsgebiet entspricht. Die entsprechende Kennzeichnung in der Objektivtabelle z.B. 0,17(0) heißt also, daß das Objektiv die Abgleichlänge 45,06 mm hat, für Deckglasdicke gerechnet ist, aber mit gewissen Einschränkungen auch für Objekte ohne Deckglas verwendet werden kann. Es ist in diesem Fall nicht mehr exakt mit anderen deckglasunempfindlichen Objektiven am Revolver abgeglichen und muß nachfokussiert werden.
Probleme mit der Abgleichlänge können entstehen, wenn zum Überbrücken unterschiedlicher Gewinde zwischen Objektiv und Revolver Zwischenringe verwendet werden.

## 11. Tubusweglänge, Gewindeanschluß

Die Verwendung der Objektive am Mikroskop und deren Austauschbarkeit bedingen eine Reihe konstruktiver Forderungen. Wesentliche konstruktive Größen für Objektive mit endlicher bzw. unendlicher Bildweite sind grafisch dargestellt:




a= Zwischenbildabstand im Okular
b= mechanische Tubuslänge
c= Objekt-Bild-Abstand
d= Abgleichlänge
e= Arbeitsabstand des Objektivs

Die optische Tubuslänge ist die Entfernung zwischen der hinteren Brennebene des Objektivs und der vorderen Brennebene des Okulars.

Als Tubusweglänge oder mechanische Tubuslänge definiert man den Abstand zwischen Objektivanlagefläche und Okularanlagefläche eines geraden Tubus. Sie ist ein reines Rechnungsmaß. Die einzelnen Hersteller haben in der Vergangenheit und auch in der Gegenwart eine Reihe von Tubusweglängen für die Konstruktion ihrer Mikroskope verwendet, z.B. 160; 170; 185; 190; 215; 250; oo.

Bis zur Einführung unserer neuen Mikroskopgeneration JENA-Mikroskope 250-CF gab es eine deutliche Zweigleisigkeit bezüglich der verwendeten mechanischen Tubuslänge und damit der einsetzbaren Objektive:

- Durchlichtmikroskope waren für endliche Tubuslänge 160 mm (siehe auch entsprechende Objektivgravur) konstruiert;
- Auflichtgeräte mit oo-Optik ausgestattet.

Die Austauschbarkeit zwischen Objektiven für endliche und unendliche Tubuslänge ist schon deshalb nicht möglich, da beide verschiedene Anschraubgewinde haben:

- Objektive für Tubuslänge 160 mm - englisches Gewinde W 0,8" x $\frac{1}{36}$";
- Objektive für oo-Tubuslänge - metrisches Gewinde M 19 x 0,75.

Um Verwechslungen und damit Fehlbedienungen auszuschließen, werden diese verschiedenen Anschraubgewinde verwendet. Aber das Charakteristische der oo-Optik, daß zwischen Objektiv und Tubuslinse ein paralleler Strahlengang besteht und dadurch der Abstand zwischen beiden variiert werden kann, ohne daß davon die Vergrößerung beeinflußt wird, führt zu konstruktiven Vorteilen. Diesem Weg konsequent folgend wurde unsere Optik seit 1982 auf oo-Tubuslänge ausgerichtet. Neben der CVD-Freiheit der Objektive, der scheinbaren Sehfeldgröße von 250 mm, ist die oo-Tubuslänge ein Wesenszug der JENA-Mikroskope und deren Optik. Damit wurde auch ein einheitliches Anschraubgewinde M 25 x 0,75 möglich und die volle Austauschbarkeit gesichert. Besonders günstig wirkt sich das z.B. für Arbeiten an unbedeckten Objekten im Durchlicht aus, wo bisher die Verwendung von Auflichtobjektiven unmöglich war.

Ausnahmen bezüglich der Anschraubgewinde bilden

- wie bisher auch, die HD-Objektive mit M 30 x 0,75 und
- die achromatischen Objektive für 160 mm Tubuslänge, die nach wie vor am Laboval und Eduval eingesetzt werden.

## 12. Irisblende

Sie ist (mit wenigen Ausnahmen z.B. Segmentobjektive) an einigen Immersionsobjektiven 100-facher Vergrößerung angebracht. Dort dient sie der Verringerung der numerischen Apertur des Objektivs, um diese Objektive in Verbindung mit dem Dunkelfeldkondensor 1,2 einzusetzen. Da beim Dunkelfeldverfahren kein direktes Licht zur Beobachtung gelangen darf und zur Bildentstehung nur die am Objekt gebeugten, gestreuten oder reflektierten Lichtanteile beitragen, muß die Beobachtungsapertur (Objektiv) kleiner sein als die innere Beleuchtungs-

apertur des Kondensors. Es ist sinnvoll, die Irisblende dieser Objektive nur für die Durchführung des Dunkelfeldverfahrens mit dem Kondensor 1,2 zu benutzen.

13. Säurebeständigkeit

Werkseitig wird garantiert, daß alle Objektive säurebeständige Frontlinsen haben, d.h. es werden für die Frontlinsen solche Gläser eingesetzt, die gegen 0,1 N Salpetersäure bei 25° sehr gut beständig sind.
Gleichermaßen sind alle Objektive gegen den Einfluß normaler Feuchtigkeit umempfindlich.

14. Objektive für Phasenkontrast (grüne Objektivbeschriftung)

Lebende, ungefärbte biologische Materialien und viele technische Objekte - sogenannte Phasenobjekte - weisen eine sehr geringe Lichtabsorption im sichtbaren Spektralbereich auf und sind dadurch im Hellfeldverfahren nicht kontrastreich darzustellen. Erst geeignete Eingriffe in das Abbildungssystem des Mikroskops machten die sogenannten optischen Kontrastverfahren möglich. 1932 wurde von Zernicke der Phasenkontrast vorgeschlagen, bei dem durch Einbringen eines phasendrehenden Plättchens in die hintere Objektivbrennebene das Zwischenbild derart beeinflußt wird, daß die Stellen unterschiedlicher phasenändernder Wirkung im Präparat (Dicken- oder Brechzahldifferenzen) in verschiedenen Helligkeiten erscheinen. Das direkte Licht muß getrennt von dem am Objekt gebeugten Licht hinsichtlich seiner Phase beeinflußt werden. Eine exakte Trennung ist in der Praxis nicht möglich, woraus im Bild Strukturen resultieren, die keinen Objektstrukturen entsprechen (sog. Haloeffekte).
Dieser verfahrenstypische Haloeffekt variiert mit der Objektgröße, der Brechzahldifferenz zwischen Objekt und Umgebung, der Gestaltung der Aperturblende und der des Phasenplättchens.
Das Phasenkontrastverfahren kann (wie andere Kontrastverfahren auch) mit konventionellen Kontrasteinrichtungen oder über ein Zwischenabbildungssystem im Mikroskop realisiert werden. Für die konventionelle Art werden Phasenkontrastobjektive benötigt, die am Ort oder in der Nähe der hinteren Objektivbrennebene Phasenringe enthalten.

Entsprechend der unterschiedlichen Dimensionierung der Phasendrehung und der Durchlässigkeit des Phasenplättchens gibt es verschiedene Ausführungen des Phasenkontrastes und der Phasenkontrastobjektive:

- positiver Phasenkontrast
  Phasenring mit Phasendrehung von +90° ; Transmission von 25 % (zur Steigerung des Bildkontrastes wird das direkte Licht nicht nur in der Phase gedreht, sondern auch seine Intensität geschwächt)
  Damit wird eine maximale Kontrastwirkung für Objekte mit relativ kleiner Phasendrehung erreicht. Die tabellarisch zusammengestellten Objektive sind für positiven Phasenkontrast.
- negativer Phasenkontrast
  Wird bei den jetzt angebotenen Geräten nur über Zwischenabbildungssystem realisiert (z.B. Jenaval contrast, Jenaval interphako). Die Phasendrehung des Objektes kann hierbei größer sein als bei positiven Phasenkontrast, ehe eine Kontrastumkehr eintritt. Die Transmission des Phasenmodulators ist noch geringer als bei positiven Phasenkontrast.
- Phasenkontrast mit verstärkter Absorption
  ist die weitere Verringerung der Transmission des Phasenkontrastmodulators auf 10 %, was zu einem Dunkelfeldbild führt. Diese Art Kontrast ist für das Objektiv 12,5x am Jenaval contrast bzw. Jenalumar contrast verwirklicht worden.
- variabler Phasenkontrast (Gravur: phv)
  Diese Phasenkontrastobjektive bzw. -modulatoren sind als Doppelringsystem unterschiedlicher Breite ausgeführt. Der Sinn des variablen Phasenkontrastes besteht darin, den Haloeffekt (helle Lichthöfe um dunkle Objektdetails) zu verändern und eventuelle dadurch verdeckte Strukturen sichtbar zu machen. Zum anderen erfolgt eine Anpassung an die Objektgröße - für kleine Objekte werden beide Phasenringe benutzt, für größere Objekte wird durch Zuziehen der Aperturblende nur ein Ring wirksam.
  Das zweite Ringsystem führt aber auch zu einer Störung der Abbildungsqualität, die sich bei den jetzigen hochkorrigierten Objektiven störend bemerkbar machen - in Form von Einbußen an Kontrast und Brillanz, Doppelsäumen oder

Pseudostrukturen an bestimmten Objekten.
Treten bei der Interpretation von Phasenkontrastbildern Schwierigkeiten auf, kann vergleichsweise das Kontrastverfahren DIK herangezogen werden, was bessere Ergebnisse bringt als die Ringvariation bei variablem Phasenkontrast.

- Phasenkontrast mit einem Ring (Ph)
  Aus oben genannten Gründen erfolgt der Übergang zu Phasenkontrast mit einem Ring. Dabei liegen Ringblendendurchmesser und -breite zwischen den Werten der beiden Ringe bei variablem Phasenkontrast. Es kommt zur Verbesserung von Kontrast und Kantenschärfe. Diese Phasenkontrastvariante ist besonders zur Untersuchung kleiner Objekte mit geringem Gangunterschied geeignet.

15. Objektive für quantitative Polarisationsuntersuchungen (rote Objektivbeschriftung)

Optisch anisotrope Objekte werden polarisationsoptisch untersucht. Klassische und neuere Anwendungsgebiete der Polarisationsmikroskopie sind in Geologie, Lagerstättenkunde, Kristallografie, Mineralogie, Kohlepetrografie, Umweltschutz, in der Untersuchung von Keramik, Baustoffen, Polymeren, Fasern aber auch in der Biologie und Medizin zu finden.
Für qualitative Polarisationsuntersuchungen im Durchlicht sind normale Objektive einsetzbar, solange es nicht auf das Erkennen besonders schwach doppelbrechender Objekte ankommt. Quantitative Polarisationsuntersuchungen verlangen Polobjektive. Das sind von den entsprechenden Hellfeldsystemen abgeleitete Objektive, die durch spezielle Fertigung (Einsatz präzisionsgekühlter Gläser, spannungsfreie Fassung) nahezu keine Spannungsdoppelbrechung mehr aufweisen. Ihr Restgangunterschied soll $<0,5$ nm sein. Fertigungsbedingte Reste von Spannungsdoppelbrechung werden durch eine optimale Anpassung der einzelnen Objektive an jede Objektivaufnahme des Revolvers ausgeglichen. Es ist bei der Bestückung des Objektivrevolvers darauf zu achten, daß das entsprechende Objektiv in die richtige (im Werk angepaßte) Objektivaufnahme gemäß den Angaben in der Gebrauchsanleitung eingeschraubt wird. Dann wird garantiert, daß bei gekreuzten Polaren keine Aufhellung durch das Objektiv entsteht.
Mit Polobjektiven empfiehlt sich ein besonders sorgsamer Um-

gang - z.B. sollte zum An- und Abschrauben der Objektive nur der Rändelring verwendet werden.
Nebenbei sei auch erwähnt, daß quantitative Polarisationsuntersuchungen nicht nur Polobjektive, sondern bei Arbeiten im Durchlicht auch Kondensoren in Polqualität erfordern.
Für die Anwendung der Polobjektive im Auflicht ist die sogenannte geblockte Pupillenlage (alle Objektive weisen einen identischen Abstand von der Anschraubebene zur Austrittspupillenlage auf) vorteilhaft. Es wird dadurch ein homogen polarisiertes Feld gewährleistet, ohne daß ein optisches Schiebesystem zur Abbildung der Aperturblende bedient werden muß.
Eine wesentliche Forderung für polarisationsmikroskopische Arbeiten ist die Einzelzentrierung der Objektive am Revolver. Damit wird die Objekttischdrehachse des Systems mit der optischen Achse des Objektivs in Übereinstimmung gebracht. Für die jeweilige Objektivbestückung ergibt sich ein nahezu identischer Bildstand, so daß bei Objekttischdrehung die gewählte Objektstelle im Zentrum der optischen Achse verbleibt. Über Objektivrevolver mit Einzelzentrierung verfügen alle JENA-Mikroskope mit Ausnahme der Jenaval- und Jenalumarvarianten und des Jenatech. Für diffizile Aufgabenstellungen im Durchlicht, wie z.B. das Suchen ungefärbter bzw. fluorochromierter Metaphaseplatte bei genetischen Untersuchungen wäre eine Objektivzentrierung auch an diesen Geräten hilfreich. Werkseitig wird garantiert, daß bei Objektivwechsel (auch über mehrere Stufen) das gewählte Objektdetail nicht aus dem Gesichtsfeld verschwinden darf. Die Objektive sind dabei mit ansteigender Vergrößerung bei Objektivauge "1" beginnend am Revolver anzubringen.

## 16. HD-Objektive

Im Gegensatz zum Durchlicht-Dunkelfeldverfahren, das in Kombination von Hellfeldobjektiven und Dunkelfeldkondensoren realisiert wird, werden für Auflicht-Dunkelfeld HD-Objektive verwendet. Es sind Spezialobjektive, mit denen sowohl Hellfeld- als auch Dunkelfeld-Untersuchungen gemacht werden können. Der abbildende Teil (Kernsystem) entspricht den Hellfeldobjektiven. Er wird von einem ringförmigen Dunkelfeldkanal umgeben, der die allseitige Dunkelfeldbeleuchtung des Objekts bewirkt und ringförmige optische Bauelemente

enthält. Bei Objektiven geringer Eigenvergrößerung wird die umlenkende oder/und fokussierende Wirkung mit brechenden Elementen, bei mittleren und starken Systemen mit spiegelnden Elementen und beim Ölimmersionssystem mit einem Spiegellinsenelement erzeugt. Die Dunkelfeldbeleuchtung an Auflichtgeräten Neophot 30/32 und Jenavert wird über ein Lichtleitkabel geführt, dessen ringförmige Austrittsfläche an den ringförmigen Dunkelfeldkanal der Objektive angepaßt ist.
Das Auflicht-Dunkelfeldverfahren führt zu sehr kontrastreichen Bildern, da jedes regulär am Objekt reflektierte Licht von der Bildentstehung ausgeschlossen wird. Es wird nutzbringend für Streulicht erzeugende Objekte, wie z.B. Risse, Poren, Korngrenzen angewendet. Oxidationsprodukte zeigen dabei oft charakteristische Eigenfarben.

17. Auflichteignung

Die Auflicht-Hellfeldbeleuchtung ist hinsichtlich der Kontrastwiedergabe bei der mikroskopischen Abbildung kritischer als alle anderen Beleuchtungsverfahren. Das resultiert daraus, daß das Licht zur Beleuchtung des Objektes durch das Objektiv hindurchgeht und Reflexionen innerhalb des optischen Systems entstehen. Dieser unerwünschte Falschlichtanteil des beleuchtenden Lichtes überlagert sich dann in der Bildebene mit dem vom Objekt reflektierten, die Objektinformation enthaltenden Licht. Im Rahmen der Entwicklung der neuen Auflichtobjektive wurde besonderer Wert einerseits auf maximale Bildgüte und andererseits auf minimalen Falschlichtanteil gelegt. Letzteres ist abhängig von der Geometrie des optischen Systems, von reflexmindernden Belägen, von der Art des Objektes , vom Bildfelddurchmesser und der Beleuchtungsapertur. Es ist z.B. der Falschlichtanteil (relative Falschlicht-Beleuchtungsstärke) am geringsten, wenn Beobachtungs- und Beleuchtungsapertur übereinstimmen. Die entstehenden Bilder sind dann aber kontrastarm. Ein geringes Schließen der Aperturblende auf $\frac{2}{3}$ (= Verringerung der Beleuchtungsapertur) liefert i.a. ein kontrastreiches Bild mit geringfügig erhöhtem Falschlichtanteil.
Die in der Tabelle aufgeführten Objektive mit " +" haben eine spezielle Auflichteignung, bedingt durch ihren optischen Aufbau und/oder ihrer reflexmindernden Beläge , wodurch sie sich von den analogen Durchlichtsystemen unterschei-

den.
Bei den reflexmindernden Belägen handelt es sich bei Auflichtobjektiven um Mehrfachentspiegelungsschichten. Diese sind für Polobjektive ungeeignet, da sie Depolarisationserscheinungen hervorrufen. Aus diesem Grunde sind für Polobjektive als Entspiegelungsschicht nur T-Beläge verwendbar.
Auflichtuntersuchungen werden in der Metallografie, Plastografie, der Chemie, der Keramik-, Papier-, Textilindustrie und vielen Bereichen der industriellen Warenprüfung durchgeführt. Die zu beobachtende Fläche sollte dabei glatt und senkrecht zur optischen Achse sein.

18. DIK-Eignung
Seit den 60-er Jahren hat sich das differentielle Interferenzkontrastverfahren nach Nomarski (DIK) in der Mikroskopie von Phasenstrukturen einen festen Platz erobert. Dabei wird das mikroskopische Bild objektunabhängig in zwei kohärente, gleichermaßen Objektinformation tragende Anteile aufgespalten, die um einen"differentiellen"Betrag lateral verschoben miteinander interferieren.
Der wesentliche Teil von DIK-Einrichtungen ist ein in der Nähe der hinteren Objektivbrennebene angeordnetes modifiziertes Wollaston-Prisma, das eine Winkelaufspaltung der ankommenden linear polarisierten Lichtstrahlen und damit die laterale Bildaufspaltung bewirkt. Für die Anwendung des Verfahrens im Durchlicht ist ein zweites Prisma im Beleuchtungsstrahlengang notwendig, um eine hohe Beleuchtungsapertur zur Verfügung zu haben. Aus dem Gesagten ergibt sich ein Vorteil des DIK, daß er auch konventionell mit "normalen" Hellfeldobjektiven durchführbar ist.
Im Bild wird der verfahrenstypische reliefartige Kontrast deutlich, der das Gangunterschiedsprofil darstellt. Mit dem differentiellen Interferenzkontrast erreicht man eine gute Kontrastierung bei großen Objekt-Phasendrehungen.
Dieses Kontrastierungsverfahren wird sowohl im Durchlicht - als Ergänzung zum Phasenkontrast -, als auch im Auflicht zunehmend angewandt. Die technische Realisierung erfolgt im Durchlicht mit dem jeweiligen zum Objektiv passenden Modulatorpaar (beleuchtungs- und abbildungsseitiges Prisma) für Planachromate ab 10facher Vergrößerung, für GF-Planachromate

ab 12,5x.
Die DIK-Einrichtungen zu den Auflichtgeräten Jenavert und Neophot sind Prismenschieber, die den jeweiligen Objektiven angepaßt sind. Die GF-Objektive sind ab der Vergrößerung 6,3x, die Normalfeld-Planachromate ab 5x für DIK geeignet. Besonders vorteilhaft ist die Lösung am Jenatech, wo für sämtliche in Betracht kommende Objektive nur ein Prismenschieber erforderlich ist.
Es ist bei der Anwendung konventioneller DIK-Einrichtungen zu beachten, daß sich durch das Einschrauben der objektivseitigen DIK-Prismen (sowohl beim Jenaval als auch beim Jenavert) die Abgleichlänge der entsprechenden Objektive um die Höhe der Zwischenringe vergrößert. Es ist deshalb notwendig, auch diejenigen Objektive, die nicht für die Arbeit mit DIK eingesetzt werden sollen, mit einem leeren Zwischenring gleicher Dicke zu versehen. Damit ist ein uneingeschränkter Objektivwechsel wieder möglich.

In der folgenden tabellarischen Zusammenstellung und den dazugehörigen Erklärungen sind alle derzeit angebotenen Objektive erfaßt. Das betrifft die Objektive der JENA-Mikroskopgeneration, sowie einige an Routine- und Laborgeräten angebotene Objektive endlicher Tubuslänge.
Darüber hinaus wird auch auf einige noch in Entwicklung befindliche Mikroskopobjektive hingewiesen, woraus resultiert, daß die Angaben nur unter Vorbehalt gemacht werden können.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Eduval 4 (6V/5W) | Eduval 4 ( 15W) | Laboval 4 | Telaval 2 | Phako f.Laboval 4 | " Lab.4/Kond.1,25 | " Edu.4/Kond.1,25 | " Telaval 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **ACHROMATE : für Tubuslänge 160 mm korrigiert, Zollgewinde W 0,8" x $\frac{1}{36}$", Abgleichlänge 45 mm, Hellfeld** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 3,2/0,10 160/- | 302221:001.26 | | 19,6 | 3,4 | 0,17/0 | 20 | | | | | | | o | x | x | x | | | | |
| A 6,3/0,16 160/- | 302222:001.26 | | 8,5 | 2,1 | 0,17/0 | 22 | | | | | | | | | | x | | | | |
| A 10/0,25 160/- | 302223:001.26 | | 7,2 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | x | x | x | x | | | | |
| A 10/0,25 160/- | 302223:012.26 | | 5,4 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | Ph 033 | x | x | x | x | | | | |
| A 20/0,40 160/0,17 | 302219:051.26 | | 0,75 | 0,84 | 0,17 | 20 | | | | | | Ph 032 | o | o | o | | | | | |
| A 40/0,65 160/0,17 | 302225:015.26 | | 0,4 | 0,52 | 0,17 | 22 | x | | | | | Ph 034 | x | x | x | | | | | |
| A HI 100/1,25 160/0,17 | 302226:041.26 | | 0,16 | 0,27 | 0,17(0) | 20 | x | x | | | | Ph 034 | x | o | x | | | | | |
| **ACHROMATE : für Tubuslänge 160 mm korrigiert, Zollgewinde W 0,8" x $\frac{1}{36}$", Abgleichlänge 45 mm, Phasenkontrast** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 10/0,25 160/- phv | 302223:031.26 | | 7,2 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | | | | | x | | | x |
| A 10/0,25 160/- phv | 302223:032.26 | | 5,4 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | | | | | x | | | |
| A 10/0,25 160/- ph | 302223:033.26 | 1989 | 5,4 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | | | | | | x | | |
| A 20/0,40 160/0,17 phv | 302219:031.26 | | 0,75 | 0,84 | 0,17 | 18 | | | | | | | | | | | | x | x | |
| A 20/0,40 160/0,17 ph | 302219:032.26 | 1989 | 0,75 | 0,84 | 0,17 | 18 | | | | | | | | | | | | x | | |
| A 40/0,65 160/0,17 phv | 302225:031.26 | | 0,4 | 0,52 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | | | | x | | | |
| A 40/0,65 160/0,17 ph | 302225:034.26 | 1989 | 0,4 | 0,52 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | | | | | x | x | |
| A HI 100/1,25 160/0,17 phv | 302226:032.26 | | 0,11 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | | | | | | x | | | |
| A HI 100/1,25 160/0,17 ph | 302226:034.26 | 1989 | 0,11 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | | | | | | | x | | |

Achromate für oo-Tubuslänge

Es sind die einfachsten Objektive der JENA-Mikroskop-Reihe, wobei die Leistungsfähigkeit der Objektive wesentlich erhöht wurde. Im Vergleich zu Objektiven gleicher Eigenvergrösserung aber anderer Korrektion, besitzen die Achromate eine geringere numerische Apertur und damit auch ein geringeres Auflösungsvermögen, aber einen größeren Arbeitsabstand und eine größere Tiefenschärfe. Der einfache Aufbau der Systeme hat eine geringere Anzahl optischer Bauelemente zur Folge, was u.a. die guten Transmissionseigenschaften im ultravioletten Spektralbereich im Vergleich zu planachromatischen Objektiven erklärt. Diese Achromate sind für gewisse fluoreszenzmikroskopische Fragestellungen in der Routine durchaus vorteilhaft anwendbar.
Generell sind Objektive dieser Klasse für den Einsatz an Kurs-, Labor- und Routinegeräten vorgesehen.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflichteignung | Spezielle Ausführungen | Jenamed 2 Achr. | Jenalab pol d | Jenalab pol u | Ph.Jenamed2Achr. | kl.Phako Jenamed | Ph.Jenalab pol |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Hellfeld | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 5x/0,12 oo/- | 302238:311.26 | 1984 | 26 | 2,8 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | x | | | | | |
| A 10x/0,25 oo/- | 302231:311.26 | 1984 | 9,2 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | Ph 332<br>Pol 321 | x | | | | | |
| A 20x/0,45 oo/0,17 | 302232:314.26 | 1984 | 0,55 | 0,74 | 0,17 | 18 | x | | | | | Ph 335 | x | | | | | |
| A 40x/0,65 oo/0,17 | 302239:311.26 | 1984 | 0,44 | 0,52 | 0,17 | 18 | x | | | | | Ph 334 | x | | | | | |
| A HI 100x/1,25 oo/0,17 | 302236:311.26 | 1984 | 0,12 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | Ph 333<br>Pol 321 | x | | | | | |
| ACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A) , Phasenkontrast | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 10x/0,25 oo/- ph | 302231:332.26 | 1984 | 9,2 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | | | | x | o | x |
| A 20x/0,45 oo/0,17 ph | 302232:335.26 | 1984 | 0,55 | 0,74 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | | | x | o | |
| A 40x/0,65 oo/0,17 ph | 302239:333.26 | 1984 | 0,44 | 0,52 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | | | x | o | |
| A 40x/0,65 oo/o,17 ph | 302239:334.26 | 1987 | 0,44 | 0,52 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | | | x | o | x |
| A HI 100x/1,25 oo/0,17 ph | 302236:332.26 | 1984 | 0,12 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | | | | | x | o | |
| A HI 100x/1,25 oo/0,17 ph | 302236:333.26 | 1987 | 0,12 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | | | | | x | o | |
| ACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Pol | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 10x/0,25 oo/- pol | 302231:321.26 | 1985 | 9,2 | 1,3 | 0,17/0 | 18 | | | | | | | | x | x | | | |
| A 50x/0,80 oo/0,17 pol | 302234:371.26 | 1985 | 0,32 | 0,42 | 0,17 | 18 | x | | | | | | | x | x | | | |
| A 50x/0,80 oo/0 pol | 302235:371.26 | 1985 | 0,32 | 0,42 | 0 | 18 | x | | | | | | | | x | | | |
| A HI 100x/1,25 oo/0,17 pol | 302236:321.26 | 1984 | 0,12 | 0,27 | 0,17(0) | 18 | x | | | | | | | o | o | | | |

Apochromate

Es sind Objektive, deren chromatische Aberration für drei Farben behoben ist. Wegen dieser besseren Korrektion werden Apochromate mit höherer numerischer Apertur ausgeführt als Achromate gleicher Eigenvergrößerung.
Dieser höheren numerischen Apertur wegen werden diese Objektive hauptsächlich für Fluoreszenzmikroskopie eingesetzt, da lichtstarke Optik qualitätsbestimmend für dieses Verfahren ist. Die Größe der numerischen Apertur geht quadratisch sowohl in die Beleuchtungsstärke als auch in die Beleuchtungsintensität ein. Nachteile dieser Objektive, wie der vergleichsweise geringere Arbeitsabstand und die geringere Tiefenschärfe, die die Handhabung erschweren, werden in Kauf genommen.
Apochromate sind Normalfeldobjektive.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf bzw. Mikros-Thema | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korrektionsfassung | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Jenamed 2 fluoresc. | Jenalumar | Fl-Einr. Jenamed 2 | Fl-Einr. Jenav | Fl-Einr. Jenatech | kl.Phako Jenamed 2 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APOCHROMATE ; für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Hellfeld | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apo 6,3x/0,17 oo/- | 302274:311.26 | 1983 | 6,6 | 2,0 | 0,17/0 | 20 | | | | | | | o | x | o | o | x | |
| Apo 12,5x/0,35 oo/0,17 | 302273:311.26 | 1983 | 1,4 | 0,96 | 0,17 | 20 | | | | | | | x | x | x | o | x | |
| Apo 12,5x/0,35 oo/o,17 | 302273:313.26 | 1986 | 1,4 | 0,96 | 0,17 | 20 | | | | | | | x | x | x | o | x | |
| Apo 25x/0,65 oo/0,17 | 302272:311.26 | 1983 | 0,30 | 0,52 | 0,17 | 19 | x | | | | | Ph 331 | x | | x | | | |
| Apo 50x/0,95 oo/0,17 | 302271:312.26 | 1983 | 0,11 | 0,35 | 0,12-0,22 | 19 | x | | x | | | Ph 332 | x | | x | | | |
| Apo 50x/0,95 oo/0 | 302278:312.26 | 1987 | 0,12 | 0,35 | o | 19 | x | | | | | | o | | o | | | |
| Apo HI 100x/1,4 oo/0,17 | 302270:342.26 | 1983 | 0,09 | 0,24 | 0,17 (0) | 19 | x | x | | | | Ph 332 | x | | x | | | |
| APOCHROMATE ; für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Phasenkontrast | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Apo 25x/0,65 oo/0,17 phv | 302272:331.26 | 1983 | 0,30 | 2,0 | 0,17 | 19 | x | | | | | | | | | | | o |
| Apo 50x/0,95 oo/0,17 phv | 302271:332.26 | 1983 | 0,11 | 0,35 | 0,12-0,22 | 19 | x | | x | | | | | | | | | o |
| Apo HI 100x/1,4 oo/0,17 phv | 302270:332.26 | 1983 | 0,09 | 0,24 | 0,17 (0) | 19 | x | x | | | | | | | | | | o |

Planachromate

Es handelt sich um Mittelklasseoptik mit den Achromaten entsprechender chromatischer Korrektion, aber beseitigter Bildfeldwölbung. Sie werden demzufolge überall dort eingesetzt, wo die Bildfeldwölbung stört, wie z.B. bei der Mikrofotografie. Der extreme Objektfelddurchmesser der Großfeldobjektive mit der Feldkorrektion für 32 mm Zwischenbildgröße ist nicht in jedem Fall erforderlich und zweckmäßig. Aus diesem Grunde werden Objektive sowohl für Auflicht als auch für Durchlicht zur Verfügung gestellt, die den Anforderungen von Mikroskopen mit mittlerem Preisniveau gerecht werden. Es handelt sich um Planachromate, von denen die schwächeren für Durch- und Auflicht eingesetzt werden können. Sie sind als Normalfeld-CF-Objektive für 20 mm Zwischenbildgröße entwickelt worden, jedoch auf Grund ihrer guten Feldkorrektion noch für 25 mm Zwischenbildgröße nutzbar. Eine Ausnahme bildet das Übersichtsobjektiv PA 2,5x, das nur für 20 mm Zwischenbildgröße verwendbar ist.

- PA 50x/0,80 oo/0

Es ist ein Objektiv hoher Vergrößerung für unbedeckte Objekte. Neben dem Einsatz für Auflichtbeobachtungen ist eine spezielle Anwendung die Untersuchung unbedeckter Ausstriche im Durchlicht, wie sie bei zytologischen Screeningtests vorkommen. Um die große Anzahl an Proben rationell auszuwerten, wird auf die Abdeckung der Präparate mit einem Deckglas verzichtet. Zum Ausgleich der hohen Brechzahldifferenzen zwischen Objekt und Umgebung (was zu Kontrastüberhöhung an den Rändern führt) wird die Benutzung von Deckglaslack oder -spray empfohlen.
Die Verwendung bedeckter bzw. unbedeckter Präparate für diese Krebsvorsorge-Routineuntersuchung unterliegt landes- bzw. institutstypischen Schwankungen.

- PA (fl) 50x / 100x

Objektive, die für Fluoreszenzmikroskopie geeignet sind, werden besondere Anforderungen bezüglich einer hohen Transmission im nahen UV, eines guten Kontrastes und hoher Apertur gestellt.
Wegen ihres günstigen Apertur-Vergrößerungsverhältnisses

wurden bisher bei uns apochromatische Objektive für Fluoreszenzmikroskopie ausgewählt. Da das emittierte Fluoreszenzlicht i.a. monochromatisch ist, ist die besondere Farbkorrektur der Apochromate nicht von Bedeutung.
Die oben genannten Objektive sind Planachromate, die für eine Zwischenbildgröße von 25 mm korrigiert sind und somit Großfeldfluoreszenzmikroskopie gestatten. Es wurde dabei ein sehr gutes Apertur-Vergrößerungsverhältnis erreicht und damit sind intensitätsreiche Bilder möglich.
Mit dem Objektiv PA (fl) 50x/0,95 oo/0,17 ist die für Trokkenobjektive praktisch maximal erreichbare Apertur verwirklicht. Die hohen Aperturen sind für Fluoreszenzmikroskopie notwendig, da das Fluoreszenzlicht vom Objekt nach allen Seiten (kugelförmig) abgestrahlt wird. Die Fluoreszenzintensität des Bildes wird also davon abhängen, wie groß der Anteil des Fluoreszenzlichtes ist, der ins Objektiv gelangen kann. Das ist für Trockenobjektive nach $A = n \cdot \sin\alpha$ nur von der Größe des Öffnungswinkels des Objektivs abhängig.

- PA LDN 20x/0,45 oo/1,2

Objektiv mit langem Arbeitsabstand (LD = long distance) für "normale" (= N) Abgleichlänge. Es ist unumgänglich in der Durchlicht-Invertmikroskopie, wo die Beobachtung durch mehr oder weniger dicke Glas- oder Plastböden der Untersuchungsgefäße erfolgt. Ein typischer Anwendungsfall ist die Beobachtung von Objekten in Mikrotiter- und Mikrotestplatten. Für deren Bodendicke von 1,2 mm (Unterschiede bei den verschiedenen Plattenherstellern sind vorhanden) wird eine optimale Bildgüte des Objektivs vorgesehen.
Der Öffnungsfehler, der durch unterschiedliche Gefäßbodendicken entsteht, kann kompensiert werden durch:

- Irisblende, zur Reduzierung der Apertur
- Korrektionsfassung.

Darüberhinaus ist das LDN-Objektiv mit abschraubbaren Frontplatten ausgestattet, um den ganzen Bereich der zur Anwendung kommenden Gefäßbodehdicken zu überstreichen.
Durch die Anwendungsbreite dieses Objektivs (am Sedival) von Hydrobiologie, über Chemie, Lebensmittelüberwachung, Umweltschutz, Pharmakologie, Hämatologie bis zur Immunologie

und Zell- und Gewebekultur sind Bodendicken von 0,17 (Deckglasdicke) bis 1,6 mm möglich. Mit den verschieden starken Frontplatten ändern sich die Arbeitsabstände des Objektivs. Die Bildqualität ist jeweils auf eine Bodendicke abgestimmt. Genauere Angaben (Frontplatten, Korr oder Iris) sind zum derzeitigen Entwicklungsstand des Objektivs noch nicht zu machen. Das Objektiv muß für Hellfeld, DIK und Fluoreszenzanregung geeignet sein.

Auch für Auflichtuntersuchungen sind Objektive mit großem Arbeitsabstand von Interesse, wenn Objekte mikroskopiert werden sollen, die selber Vertiefungen haben oder sich z.B. in Fassungen befinden. Derartige Objektive können auch in der Wafermikroskopie eingesetzt werden, um genügend Freiraum zu haben, wenn es um Manipulationen am Objekt (Einsatz von Meßsonden und Kontaktierungseinrichtungen) geht. Damit wird auch die Einführung der Pellikel-Technik ermöglicht (Pellikel = Schutzschicht, die über Wafer gebracht wird, um Verschmutzungen bei Transportvorgängen im Prozeß zu vermeiden. Mikroskopiert wird durch diese dünne Schicht hindurch), die außer für die Fertigung höchstintegrierter Schaltkreise auch für die Kontrolltechnologie bedeutsam ist.

- PA 50x/0,95 oo/0,17 pol

Mit diesem Objektiv wurde bezüglich der Apertur das Maximale realisiert. Für die Anwendung am Jenapol im konoskopischen Strahlengang heißt das, daß ein scheinbarer Achsenwinkel 2 E optisch zweiachsiger Kristalle aufgenommen werden kann, der fast 40° größer ist als bei Objektiven mit numerischer Apertur 0,80. Damit ist ein rationelles Arbeiten möglich, da für viele Fälle dieses Trockenobjektiv ausreicht (Verzicht auf Immersionsobjektiv). Die Korrektionsfassung dieses Objektivs bietet auch Vorteile bei orthoskopischen Arbeiten, da die Abbildungsqualität mindernde Einflüsse der zwischen Objekt und Objektiv befindlichen optisch wirksamen Schicht (Deckglas, Kittschicht, Teile des endlich dicken Objektes) eliminiert werden. Eine kontrastreiche Darstellung, auch feinkörniger Einschlüsse oder Umwandlungsprodukte im Mineralkorn entsteht.

- Übersichtssystem 1,6:1

Es ist als optisches System fest im Jenapol integriert und wird nur im Durchlichtstrahlengang wirksam.
Die Größe des überschaubaren Objektfeldes ist immer ein Qualitätskriterium eines Mikroskopes, da die Notwendigkeit eines orientierenden Überblickes über die Gesamtheit des Objektes unabhängig von der Art der Untersuchung (z.B. histologischer Schnitt, Gesteinsdünnschliff, Schaltkreis) besteht.
In Verbindung Übersichtsobjektiv 1,6:1 und den Standardokularen GF-P 10x(20) kann am Jenapol ein Objektfeld von 12,5 mm Durchmesser bei 16facher Vergrößerung überblickt werden.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korrektionsfass. | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Jenamed Achromate | Jenamed PA-WF | Jenamed cytology | Jenamed hematolog | Sedival | Jenalumar | Fl-Einr.Jenaval | Jenavert PA-H | Jenavert PA-HD | Jenatech H | Jenaval interph. | Jenavert interph. | Durchl.J.vert int | Metaval HD | mhp 100 Metaval (Metaval H) | (Epignost 21 H) | Phako Jenamed | kl.Phako Jenamed | Phako Jenapol | Ph.Kond.0,5 pol | Phako Jenalumar | kl.Phako Jenapol | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Hellfeld** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 2,5x/0,05 oo/- | 302310:311.26 | 1986 | 4,6 | 6,7 | 0,17/0 | 20 | | | | | x | Pol 321 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 2,5x/0,05 oo/- | 302310:312.26 | 1988 | 7,6 | 6,7 | 0,17/0 | 25 | | | | | x | HD 362 | | | | x | | | | | | o | | | | | | | | | | | | | |
| PA 5x/0,10 00/- | 302312:311.26 | | 12,8 | 3,4 | 0,17/0 | 20 | | | | x | | HD 361 | | x | | | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| PA 5x/0,10 oo/- | 302312:011.26 | | 12,8 | 3,4 | 0,17/0 | 20 | | | | | x | HD 061 | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA 10x/0,20 oo/- | 302313:311.26 | 1982 | 13,9 | 1,7 | 0,17/0 | 20 | | | | x | | Ph 331<br>Pol 371<br>HD 361<br>Auf 316 | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA+10x/0,20 oo/- | 302313:316.26 | 1984 | 13,9 | 1,7 | 0,17/0 | 20 | | | | x | x | | | | | | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- | 302313:011.26 | | 13,9 | 1,7 | 0,17/0 | 20 | | | | | x | HD 064 | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA 20x/0,40 oo/0,17 | 302323:311.26 | 1982 | 2,7 | 0,84 | 0,17 | 20 | | | | x | | Ph 331<br>Pol 371 | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 | 302314:312.26 | 1982 | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | x | x | Pol 372<br>HD 361 | | o | x | | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 | 302314:012.26 | | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | | | HD 063 | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA LDN 20x/0,45 oo/1,2 | 302346:341.26 | Sedival | 4,9 * 4,3 | 0,74 | 0,8-1,6 | 25 | | x | | x | | Ph 331 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 50x/0,80 oo/0 | 302315:311.26 | 1982 | 0,40 | 0,42 | 0 | 20 | x | | | | x | HD 361 | | o | x | o | | | | x | | | x | | | | | | | | | | | | |
| PA 50x/0,80 oo/0 | 302315:011.26 | | 0,4 | 0,42 | 0 | 20 | | | | | x | HD 061 | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA(fl) 50x/0,95 oo/0,17 | 302324:311.26 | 1982 | 0,1 | 0,35 | 0,17 | 25 | x | | x | x | | Pol 371 | | | | | | x | o | | | | x | | o | | | | | | | | | | |
| PA(fl) 50x/0,95 oo/0,17 | 302324:312.26 | 1987 | 0,1 | 0,35 | 0,17 | 25 | x | | x | x | | Pol 372 | | | | | | x | o | | | | x | | o | | | | | | | | | | |
| PA 100x/0,85 oo/0 | 302515:111.26 | 1982 | 0,22 | 0,39 | 0 | 20 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | o | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA 100x/0,85 oo/0 | 302515:112.26 | 1987 | 0,22 | 0,39 | 0 | 20 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | o | | | | | | → Gewinde M 19 |
| PA(fl)HI 100x/1,30 oo/0,17 | 302327:342.26 | 1984 | 0,08 | 0,26 | 0,17(0) | 25 | x | x | | x | | | | | | | | x | o | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 | 302326:313.26 | 1982 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 20 | x | | | x | | Pol 323<br>333 | | x | | | | | | | | | x | | o | | | | | | | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 | 302326:314.26 | 1987 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 20 | x | | | x | | Pol 334<br>374 | | x | | | | | | | | | x | | o | | | | | | | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0 | 302316:311.26 | 1982 | 0,17 | 0,26 | 0(0,17) | 20 | x | | | | x | Pol 321 | | o | o | x | | | | o | x | | | x | | | | | | | | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0 | 302316:312.26 | 1988 | 0,17 | 0,26 | 0(0,17) | 20 | x | | | | x | Pol 372 | | o | o | x | | | | o | x | | | x | | | | | | | | | | | |
| **PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Phasenkontrast** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- ph | 302313:331.26 | 1982 | 13,9 | 1,7 | 0,17/0 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | o | x | x | | o | |
| PA 20x/0,40 oo/0,17 phv | 302323:331.26 | 1982 | 2,7 | 0,84 | 0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | o | x | x | | o | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 phv | 302326:333.26 | 1982 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 20 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | o | x | x | | o | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 phv | 302326:334.26 | 1988 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 25 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | o | x | x | | o | |

→ * = oberer Wert : FAA bei Bodendicke 1,2 mm
unterer Wert: FAA mit Frontplatte

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Epignost 21 HD | Metaval HD | Jenavert PA-HD | Jenatech PA- | PME/BMG | Jenalab pol d | Jenalab pol u | Jenapol d | Jenapol u | Jenapol b | Jenapol int. d | Jenapol int. u | Pol Neophot 30/32 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 30 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), HD** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 2,5x/0,05 oo/- HD | 302310:362.26 | 1988 | 4,6 | 6,7 | 0 | 25 | | | | | x | | | | | o | | | | | | | | | |
| PA 5x/0,10 oo/- HD | 302312:061.26 | | 12,8 | 3,4 | 0 | 20 | | | | x | x | | x | x | | | x | | | | | | | | |
| PA 5x/0,10 oo/- HD | 302312:361.26 | 1984 | 12,8 | 3,4 | 0 | 20 | | | | | x | | | | x | x | | | | | | | | | |
| PA 5x/0,10 oo/- HD | 302312:362.26 | 1988 | 12,8 | 3,4 | 0 | 20 | | | | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- HD | 302313:064.26 | | 12,0 | 1,7 | 0 | 20 | | | | x | x | | x | x | | | x | | | | | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- HD | 302313:361.26 | 1984 | 12,0 | 1,7 | 0 | 20 | | | | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 HD | 302314:063.26 | | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | x | x | | xx | | | | x | | | | | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 HD | 302314:361.26 | 1984 | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | x | x | | | | x | x | | | | | | | | | |
| PA 50x/0,80 oo/0 HD | 302315:061.26 | | 0,4 | 0,42 | 0 | 20 | | | | x | x | | x | x | | | x | | | | | | | | |
| PA 50x/0,80 oo/0 HD | 302315:361.26 | 1984 | 0,45 | 0,42 | 0 | 20 | | | | | x | | | | x | x | | | | | | | | | |
| **PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Pol** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA 2,5x/0,05 oo/- pol | 302310:321.26 | 1984 | 4,6 | 6,7 | 0/0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | x | x | o | o | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- pol | 302313:321.26 | 1982 | 13,9 | 1,7 | 0/0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | |
| PA 10x/0,20 oo/- pol | 302313:371.26 | 1985 | 13,9 | 1,7 | 0/0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | | |
| PA 20x/0,40 oo/0,17 pol | 302323:321.26 | 1982 | 2,7 | 0,84 | 0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0,17 pol | 302323:371.26 | 1985 | 2,7 | 0,84 | 0,17 | 20 | | | | | | | | | | | | o | o | x | xx | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 pol | 302314:322.26 | 1984 | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | | | | | | | | | | o | | x | | | | |
| PA 20x/0,40 oo/0 pol | 302314:372.26 | 1985 | 2,6 | 0,84 | 0 | 20 | | | | | | | | | | | | | o | | x | | | | |
| PA 50x/0,95 oo/0,17 pol | 302324:321.26 | 1982 | 0,1 | 0,35 | 0,14-0,20 | 25 | x | | x | | | | | | | | | | | x | x | | | | |
| PA 50x/0,95 oo/0,17 pol | 302324:371.26 | 1985 | 0,1 | 0,35 | 0,14-0,20 | 25 | x | | x | | | | | | | | | | | x | xo | o | o | | |
| PA 50x/0,95 oo/0,17 pol | 302324:372.26 | 1987 | 0,1 | 0,35 | 0,14-0,20 | 25 | x | | x | | | | | | | | | | | x | xo | o | o | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 pol | 302326:323.26 | 1982 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 20 | x | | | | | | | | | | | | | o | o | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0,17 pol | 302326:374.26 | 1988 | 0,14 | 0,26 | 0,17(0) | 20 | x | | | | | | | | | | | | | o | o | x | x | x | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0 pol | 302316:321.26 | 1982 | 0,17 | 0,26 | 0(0,17) | 20 | x | | | | | | | | | | | | | | o | | | | |
| PA HI 100x/1,30 oo/0 pol | 302316:372.26 | 1987 | 0,17 | 0,26 | 0(0,17) | 20 | x | | | | | | | | | | | | | | o | | | o | |

→ DIK: GF-PA 50x/0,80 oo/0

Großfeld - Planachromate

Hochleistungsobjektive achromatischer Korrektion, deren Bildfeldwölbung beseitigt ist. Charakteristisch ist ihre Zwischenbildgröße von 32 mm, die in Kombination mit GF-Pw-Okularen (Superweitfeldokularen) und dem wählbaren Tubusfaktor 0,8x voll ausgenutzt werden kann. Mit dem Einsatz der Großfeldoptik steigert sich der abgebildete Informationsinhalt wesentlich.

- GF-PA 1x/0,03 spez./-

Die kleinste verfügbare Objektvergrößerung ist ein Qualitätskriterium bei der Beurteilung eines Mikroskopes. Praktische Anforderungen für den Überblick großer Objektfelder existieren aus allen Anwendungsbereichen. Traditionell ist die Anwendung für histologische Dünnschnitte. Bevor der Histologe einzelne Zellen untersucht, muß er einen Eindruck vom gesamten Gewebe, Organ gewinnen. Typisch ist auch die Auswertung von Serienschnitten, die Beurteilung von Embryonen bzw. Feten auf mögliche Schädigungen in der Organbildung oder -differenzierung als Folge von Arzneimittelnebenwirkungen und die Diagnostik von Operationsmaterial.
Der GF-PA 1x/0,03 spez/- ist ein Übersichtssystem für die Durchlichtmikroskopie. Mit diesem Objektiv ist die Möglichkeit gegeben, ein Objektfeld von 25 mm, das entspricht einer Objektträgerbreite, bei einer Gesamtvergrößerung von minimal 6,3x zubeobachten. Da dieses Übersichtsobjektiv mit den weiteren Objektiven am Revolver abgeglichen ist, ist ein schneller Übergang zu höheren Vergrößerungen möglich. Vorteilhaft ist dieses Objektiv auch deshalb, weil hiermit Vergrößerungsbereiche überstrichen werden, die eigentlich der Stereomikroskopie vorbehalten sind.
Da die Brennweite dieses Systems weit größer als die Abgleichlänge ist, wird ein Teil der Objektivoptik als Tubuslinse ausgeführt, was durch den oo-Strahlengang des Mikroskops möglich wurde (deshalb GF-PA 1x/0,03 spez/-).
Eine weitere Besonderheit des Objektivs besteht in seiner Fokussierbarkeit. Sie ist notwendig, da Störungen des Abgleichs durch Fehlsichtigkeit oder individuell unterschiedliches Akkomodationsverhalten Normalsichtiger auftreten kann. Um den Abgleich bei Objektivwechsel zu erhalten, wird

die Fokussierung am Gerät bei einer mittleren Objektivvergrößerung vorgenommen. Nach dem Umschalten auf das Übersichtsobjektiv 1x erfolgt die Scharfeinstellung auf das Objekt am Rändelring des Objektivs. Diese Einstellung ist individuell und reproduzierbar.
Für die Ausleuchtung des großen Objektfeldes ist ein Übersichtskondensor (Apertur z.B. am Jenaval 0,12) notwendig, dessen Aperturblende zur Vermeidung von Farbverfälschungen ganz geöffnet werden sollte.
(Die Objektivvariante ohne fokussierbare Frontlinse hat sich aus oben genannten Gründen nicht bewährt und kam nur als Nullserienausrüstung am Jenaval zum Einsatz.)

- GF-PA 1,6x/0,045 spez/-

Analog zum vorhergenannten Objektiv ist das Übersichtsobjektiv für Auflichtbeobachtungen konstruiert. Es ist ebenfalls zweistufig, d.h. anstelle einer Tubuslinse befindet sich ein optisches Teilsystem dieses Objektivs im Strahlengang und gestattet mit dem Standardokular GF-Pw 10x(25) eine Objektfeldbeobachtung von 16 mm bei 16facher Vergrösserung. Das Objektiv ist mit den übrigen Objektiven abgeglichen, aber im Unterschied zum Objektiv 1x auf einem gegen den Objektivrevolver austauschbaren Objektivschlitten, der einen der Auflichtbeleuchtung angepaßten Spiegel enthält, montiert.

- GF-PA 1,25x/0,025 oo/- ; GF-PA 2,5x/0,045 oo/-

Es sind spezielle Übersichtsobjektive, die nur am Neophot 30/32 in Verbindung mit dem Übersichtsilluminator eingesetzt werden. Sie sind mit den nachfolgenden Neophotobjektiven nicht abgeglichen (Abstand Objektebene - Anschraubfläche Objektiv = 165 mm).

- GF-PA$^+$ 3,2x/0,06 oo/- ; GF-PA$^+$ 12,5x/0,25 oo/-

Die Auflicht-Hellfeldbeleuchtung ist hinsichtlich der Kontrastwiedergabe bei der mikroskopischen Abbildung kritischer als alle anderen Beleuchtungsverfahren. Da das beleuchtende Licht bevor es auf das Objekt gelangt durch das Objektiv hindurchgeht, entsteht durch Reflexion eines Teils des beleuchtenden Lichtes an den Glasflächen des Objektivs ein

unerwünschter Falschlichtanteil. Dieses Falschlicht überlagert sich dann mit dem vom Objekt reflektierten Licht, das Träger der Objektinformation ist. Auflichtobjektive müssen so optimiert werden, daß eine maximale Bildgüte erreicht wird. Die Geometrie des optischen Systems und die reflexmindernden Beläge der Glasoberflächen spielen dabei eine Rolle.
Die mit GF-PA$^+$ 3,2x/0,06 oo/- und GF-PA$^+$ 12,5x/0,25 oo/- gekennzeichneten Objektive haben auf Grund ihres optischen Aufbaus und ihrer besonderen reflexmindernden Belegung spezielle Auflichteignung.

- GF-PA 7,5x/0,15 oo/-

Das Objektiv wurde entwickelt, um die in der Metallografie, speziell für Kupferuntersuchungen, notwendige 75fache Normvergrößerung zu erreichen.
Das Objektiv kann gegen das 6,3x ausgetauscht werden und ergibt dann mit den anderen Objektiven des Neophot 30/32 die von den Metallografen benötigte Normvergrößerungsreihe:

12,5x ; 25x (2,5 • 1,0 ; 50x (6,3 • 0,8 ; 75x ;
3,2 • 0,8) 3,2 • 1,6)

100x (12,5 • 0,8) ; 200x (25 • 0,8) ; 500x ; 1000x.

- GF-PA 100x/0,90 oo/0

Ein Trockenobjektiv hoher Vergrößerung ist für viele Aufgabengebiete von Interesse - nämlich überall dort, wo Immersionsöl der Probe abträglich ist oder es dem Anwender nicht praktikabel erscheint.
Ein 100x Trockenobjektiv war demzufolge für Auflichtmikroskope bereits in der vorherigen Gerätegeneration im Angebot. Wegen der Zweigleisigkeit im Optiksortiment für Auf- und Durchlicht (verschiedene Tubuslängen und Anschraubgewinde) war eine Nutzung dieses Objektivs auch an Durchlichtgeräten nicht möglich. Die grundlegenden Änderungen, die mit der Einführung der Jena-Mikroskopreihe vollzogen wurden, ermöglichen jetzt die Austauschbarkeit der Objektive zwischen Auf- und Durchlicht.
Eine Routineuntersuchung ist die Beurteilung des sogenannten Differentialblutbildes im klinischen Labor. Es handelt sich dabei in einem Großteil der Fälle (abhängig vom je-

weiligen Laborstandard) um unbedeckte Ausstrichpräparate, die wegen der Größe der zellulären Blutbestandteile mit Objektiven 100-facher Vergrößerung ausgewertet werden müssen. Bezüglich einer rationelleren Arbeit bietet das Trockenobjektiv 100x bei der Vielzahl der täglich anfallenden Untersuchungen wesentliche Vorteile. Für die Mehrzahl der Präparate reicht auch das auf Grund der Objektivapertur von 0,90, im Vergleich zum Immersionsobjektiv geringere Auflösungsvermögen aus. So kann das Immersionsobjektiv der Anwendung bei diffizileren Fragestellungen vorbehalten bleiben.
Entscheidet man sich für die Nutzung des Trockenobjektivs in diesem Sinne, empfiehlt sich allerdings , die sogenannte Coverspray-Technik (Deckglaslacktechnik) zu verwenden.
Durch den auf den Ausstrich aufgebrachten Deckglaslack werden die Brechzahldifferenzen zwischen Objekt und Umgebung ausgeglichen und die Bildqualität verbessert.
Da die Kunden in vielen Fällen erfahrungsgemäß nicht auf die Anwendung des Ölimmersionsobjektivs für oben genannte Untersuchungen verzichten möchten, wird das Trockenobjektiv nur als Soloobjektiv angeboten.

- GF-PA HD

Die Objektive dieser Reihe sind ausnahmslos Bestandteil der Standardausrüstung des Neophot 30/32, sowie weitgehend der GF-HD-Variante des aufrechten Auflichtmikroskops Jenavert. Mit ihnen kommt die hohe optische Leistung der CVD-freien Großfeldoptik auch in der Auflicht-Dunkelfeldmikroskopie zur Geltung. Bei diesen Objektiven ist der abbildende Teil, das sogenannte Kernsystem, von den entsprechenden Hellfeldvarianten der Objektive abgeleitet (Siehe Hinweis in der tabellarischen Zusammenstellung). Die Auflicht-Dunkelfeldbeleuchtung erfolgt über einen ringförmigen, das Kernsystem umgebenden Dunkelfeldkanal. Im Neophot 30/32 und Jenavert wird die Dunkelfeldbeleuchtung über ein Lichtleitkabel geführt, dessen ringförmige Austrittsfläche an den Dunkelfeldkanal der Objektive angepaßt ist.
Bei großen Objektfeldern besteht das Problem in einem homogen ausgeleuchteten Dunkelfeldbild. Deshalb haben die beiden Objektive niedriger Vergrößerung 3,2x und 6,3x eine Front-

blende, die bei kritischen Objekten eingesetzt wird. Wird, in Abhängigkeit vom Objekt, auf die Frontblende verzichtet, ergibt sich ein größerer freier Arbeitsabstand.

- GF-PA pol

Sie werden am Neophot 30/32 in der Einrichtung für quantitative Polarisation benötigt. Dabei erfolgt die Nutzung dieser Objektive mit reduzierter Zwischenbildgröße, da in der Polarisationsmikroskopie der Bildfeldgröße physikalische Grenzen gesetzt sind. Ein größeres Bildfeld als 20 mm ist hier nicht möglich, da andernfalls die an gewölbten Linsenflächen hervorgerufene Drehung der Polarisationsebene zu Kontraständerungen führt und somit Fehlinterpretationen zuläßt.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Jenamed PA-WF | Jenamed hematolo. | Jenamed histolo* | Jenaval GF-PA | Jenaval GF-PApo | Jenaval con.GF-PA | " contrastGF-PAp | Sedival hydrobiol. | Jenavert PA-H | Jenavert PA-HD | Jenavert GF-H | Jenavert GF-HD | Jenatech H | Jenaval interph. | Jenavert interph. | Neophot 30 | Neophot 30 Leco | Neophot 32 | Finr.Aufl.Jenaval | Ergänz.Jenavert | Durchl.J.vert int. | Phako Jenamad 2 | Ph.f.Zählkammer | Phako Jenaval | Phako Jenapol | Phako LD-Kond.0,6 | kl.Phako Jenamed | kl.Phako Jenaval | kl.Phako Jenapol | Ph.Kond.0,6 pol |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **GF-PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Hellfeld** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 1x/0,03 spez./- | 302518:311.26 | 1982 | 7,0 | 11,2 | 0,17/0 | 25 | | | | | | | | | | | | OS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 1x/0,03 spez./- fokuss. | 302518:312.26 | 1982 | 7,0 | 11,2 | 0,17/0 | 25 | x | | | | | | | | x | o | o | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 1,25x/0,025 oo/- | 302337:311.26 | 1984 | 135,6 | 13,4 | 0 | 32 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 1,6x/0,045 spez./- | 302519:312.26 | 1984 | 11,0 | 7,4 | 0 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 2,5x/0,045 oo/- | 302338:311.26 | 1984 | 135,6 | 7,4 | 0 | 32 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 3,2x/0,06 oo/- | 302510:311.26 | 1982 | 4,7 | 5,6 | 0,17/0 | 32 | | | | | | Pol 371<br>Auf 313 | x | | | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA+ 3,2x/0,06 oo/- | 302510:313.26 | 1984 | 7,0 | 5,6 | 0/0,17 | 32 | | | | | x | HD 366 | | | | | | | | | | | x | | o | | | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 6,3x/0,12 oo/- | 302511:311.26 | 1982 | 15,7 | 2,8 | 0,17/0 | 32 | | | | x | x | Pol 321<br>HD 361 | | | x | o | o | | | | | | o | | | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 7,5x/0,15 oo/- | 302517:311.26 | 1987 | 16,5 | 2,2 | 0 | 32 | | | | | x | | | | | | | | | | o | o | o | o | | | | o | o | o | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 12,5x/0,25 oo/- | 302512:311.26 | 1982 | 8,0 | 1,3 | 0,17/0 | 32 | | | | x | | Ph 331<br>Pol 371<br>Aufl 312 | | | x | x | x | x | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA+ 12,5x/0,25 oo/- | 302512:312.26 | 1984 | 7,4 | 1,3 | 0/0,17 | 32 | | | | x | x | HD 362 | | | | | | | | | | | x | | | x | x | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 25x/0,5 oo/0,17 | 302533:311.26 | 1982 | 1,95 | 0,67 | 0,17 | 32 | | | | x | | Ph 331<br>Pol 321 | | | x | x | o | x | | | | | | | | x | | | | | | | o | | | | | | | | | | |
| GF-PA 25x/0,5 oo/0 | 302513:312.26 | 1984 | 1,5 | 0,67 | 0 | 32 | | | | x | x | Pol 322<br>HD 362 | | | o | o | | | | | | | x• | | | | x | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 40x/0,65 oo/0,17 | 302538:311.26 | 1982 | 0,53 | 0,52 | 0,17 | 32 | x | | | x | | Ph 331 | x | | x | x | o | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 50x/0,80 00/0 | 302514:311.26 | 1982 | 0,45 | 0,42 | 0 | 32 | x | | | x | x | Pol 371 | | | o | o | | | | | | | | | o | | x | | | | | x | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 100x/0,90 oo/0 | 302515:311.26 | 1982 | 0,25 | 0,37 | 0 | 32 | x | | | x | | | | x | | o | o | | | | x | o | oo | | o | | | o | x | o | o | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 100x/0,90 oo/0 | 302515:312.26 | 1987 | 0,26 | 0,37 | 0 | 32 | x | | | x | x | | | o | | o | o | | | | x | o | o | o | o | | | o | x | o | o | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA HI 100x/1,25 oo/0,17 | 302536:341.26 | 1982 | 0,08 | 0,27 | 0,17(0) | 32 | x | x | | x | | Ph 331 | | | o | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA HI 100x/1,25 oo/0,17 | 302536:342.26 | 1987 | 0,08 | 0,27 | 0,17(0) | 32 | x | x | | x | | Ph 332 | | | o | x | | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **GF-PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert , Anschraubgewinde M 30 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A), HD** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 3,2x/0,06 oo/- HD | 302510:366.26 | 1984 | 2,0*<br>6,5 | 5,6 | 0 | 32 | | | | | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 6,3x/0,12 oo/- HD | 302511:361.26 | 1984 | 3,0*<br>11,5 | 2,8 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | o | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 12,5x/0,25 oo/- HD | 302512:362.26 | 1984 | 3,0 | 1,3 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | x | | x | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 25x/0,50 oo/0 HD | 302513:362.26 | 1984 | 1,5 | 0,67 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | | | | | | x | | | | x• | | | | | | | | | | | | | | | |
| **GF-PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Phasenkontrast** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PA 12,5x/0,25 oo/- ph | 302512:331.26 | 1982 | 8,0 | 1,3 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | | o | | | | |
| GF-PA 25x/0,50 oo/0,17 phv | 302533:331.26 | 1982 | 1,95 | 0,67 | 0,17 | 32 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | | o | | | | |
| GF-PA 40x/0,65 oo/0,17 phv | 302538:331.26 | 1982 | 0,53 | 0,52 | 0,17 | 32 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | x | x | x | x | o | o | o | x | |
| GF-PA HI 100x/1,25 oo/0,17phv | 302536:331.26 | 1982 | 0,08 | 0,27 | 0,17(0) | 32 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | | o | | | | |
| GF-PA HI 100x/1,25 oo/0,17phv | 302536:332.26 | 1987 | 0,08 | 0,27 | 0,17(0). | 32 | x | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | x | | o | | | | |

( x• = Ablösung durch GF-PApo 25x - Hellfeld bzw. HD)

* = Oberer Wert : FAA mit Frontblende
Unterer Wert: FAA bei abgeschraubter Frontblende

GF-PLANACHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Pol

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (/µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbildabstand (mm) | Prismenschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflichteignung | Spezielle Ausführungen | Jenapol d | Jenapol u | Jenapol b | Jenapol int. d | Jenapol int. u | Pol Neophot 30/32 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GF-PA 3,2x/0,06 oo/- pol | 302510:321.26 | 1982 | 4,7 | 5,6 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | x | 2x | | | | x | |
| GF-PA 3,2x/0,06 oo/- pol | 302510:371.26 | 1985 | 4,7 | 5,6 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | x | 2x | x | x | 2x | x | |
| GF-PA 6,3x/0,12 oo/- pol | 302511:321.26 | 1984 | 15,7 | 2,8 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | o | o | | | | o | → wird nicht wirksam |
| GF-PA 12,5x/0,25 oo/- pol | 302512:321.26 | 1985 | 8,0 | 1,3 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | | | | | | x | |
| GF-PA 12,5x/0,25 oo/- pol | 302512:371.26 | 1987 | 8,0 | 1,3 | 0,17/0 | 32 | | | | | | | | | | | | x | |
| GF-PA 25x/0,50 oo/0,17 pol | 302533:371.26 | 1987 | 1,95 | 0,67 | 0,17 | 32 | | | | | | | | | | x | x | | |
| GF-PA 25x/0,50 oo/0 pol | 302513:322.26 | 1984 | 1,5 | 0,67 | 0 | 32 | | | | | | | | | | | | x | → GF-PApo 25x/0,60 oo/0 pol |
| GF-PA 50x/0,80 oo/0,17 pol | 302534:321.26 | nur OS | 0,40 | 0,42 | 0,17 | 32 | x | | | | | | | | | | | | → PA 50x/0,95 oo/0,17 pol |
| GF-PA 50x/0,80 oo/0 pol | 302514:321.26 | 1983 | 0,45 | 0,42 | 0 | 32 | x | | | | | | | x | | | | | |
| GF-PA 50x/0,80 oo/0 pol | 302514:371.26 | 1987 | 0,45 | 0,42 | 0 | 32 | x | | | | | | | x | | | | | |

GF-Planapochromate

Es sind Objektive höchster Leistung. Sie besitzen apochromatische Korrektur, höhere Auflösung als vergleichbare Objektive anderer chromatischer Korrektur (wegen der höheren Apertur) und Korrektion der Bildfeldwölbung bis zur Zwischenbildgröße von 32 mm.
Auf Grund ihrer Eigenschaften werden sie dort eingesetzt, wo feinste Struktureinzelheiten bei größter Farbreinheit in einem großen Objektfeld untersucht werden sollen. In der Farbmikrofotografie sind diese Objektive allen anderen Objektivtypen überlegen.
Da die GF-Planapochromate als fertigungsaufwendige Objektive ab 25facher Vergrößerung existieren, werden sie in den entsprechenden Geräteausrüstungen z.B. Jenaval bzw. Jenaval contrast durch die schwachen GF-PA 3,2x und GF-PA 12,5x ergänzt. Diese Objektive haben einen geringen Farblängsfehler und werden so auch den hohen Ansprüchen an die Farbwiedergabe gerecht.
Analog ist die Situation bei den entsprechenden HD- und Pol-Varianten, die ebenfalls gemischte Reihen mit den GF-Planachromaten schwacher Vergrößerungen bilden.

| Objektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Prüfmarkenschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIN-Eignung | Auflichteignung | Spezielle Ausführungen | Jenaval GF-PA | Jenaval GF-PApo | " contr.GF-PApo | Einr.Pl.Jenaval | Jenalumar | Jenavert GF-H | Jenavert GF-HD | Neophot 30/32 | Pol. Neophot 30 | Pol. Neophot 32 | Jenapol int. u |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GF-PLANAPOCHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Hellfeld | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PApo 25x/0,65 oo/0,17 | 302582:311.26 | 1982 | 0,34 | 0,52 | 0,17 | 32 | x | | | x | | | o | x | x | o | x | | | | | | |
| GF-PApo 25x/0,60 oo/0 | 302562:314.26 | 85/86 | 1,0 | 0,56 | 0 | 32 | x | | | x | x | Pol 374<br>HD 364 | o | o | | o | o | x | | | | | |
| GF-PApo 50x/0,95 oo/0,17 | 302583:311.26 | 1982 | 0,1 | 0,35 | 0,14-0,20 | 32 | x | | x | x | | | o | x | x | | | | | | | | |
| GF-PApo 50x/0,95 oo/0,17 | 302583:312.26 | 1987 | 0,1 | 0,35 | 0,14-0,20 | 32 | x | | x | x | | | o | x | x | | | | | | | | |
| GF-PApo 50/0,90 oo/0 | 302563:312.26 | 1984 | 0,26 | 0,37 | 0 | 32 | x | | | x | x | Pol 372<br>HD 362 | o | o | | | | x | | | | | |
| GF-PApo HI 100x/1,35 oo/0,17 | 302584:341.26 | 1982 | 0,08 | 0,25 | 0,17(0) | 32 | x | x | | x | | | o | x | x | | | | | | | | |
| GF-PApo HI 100x/1,35 oo/0,17 | 302584:342.26 | 1987 | 0,08 | 0,25 | 0,17(0) | 32 | x | x | | x | | | o | x | x | | | | | | | | |
| GF-PApo HI 100x/1,35 oo/0 | 302564:311.26 | 1984 | 0,12 | 0,25 | 0(0,17) | 32 | x | | | x | x | Pol 371<br>HD 363 | o | o | | | | x | | o | | | |
| GF-PLANAPOCHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert , Anschraubgewinde M 30 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , HD | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PApo 25x/0,60 oo/0 HD | 302562:364.26 | 85/86 | 1,0 | 0,56 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | x | x | | | |
| GF PApo 50x/0,90 oo/0 HD | 302563:362.26 | 1984 | 0,3 | 0,37 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | | x | x | | |
| GF-PApo HI 100x/1,30 oo/0 HD | 302564:363.26 | 1984 | 0,11 | 0,26 | 0 | 32 | | | | x | x | | | | | | | | | x | x | | |
| GF-PLANAPOCHROMATE : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A) , Pol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GF-PApo 25x/0,60 oo/0 pol | 302562:374.26 | 1987 | 1,0 | 0,56 | 0 | 32 | x | | | | x | | | | | | | | | | x | x | x |
| GF-PApo 50x/0,90 oo/0 pol | 302563:322.26 | 1984 | 0,26 | 0,37 | 0 | 32 | x | | | | x | | | | | | | | | | x | | |
| GF-PApo 50x/0,90 oo/0 pol | 302563:372.26 | 1987 | 0,26 | 0,37 | 0 | 32 | x | | | | x | | | | | | | | | | x | x | x |
| GF-PApo HI 100x/1,35 oo/0 pol | 302564:321.26 | 1984 | 0,12 | 0,25 | 0(0,17) | 32 | x | | | | x | | | | | | | | | | x | | |
| GF-PApo HI 100x/1,35 oo/0 pol | 302564:371.26 | 1987 | 0,12 | 0,25 | 0(0,17) | 32 | x | | | | x | | | | | | | | | | x | x | x |

Immersionsobjektive

Es gibt eine ganze Reihe von Argumenten für den Einsatz schwacher und mittelstarker Immersionsobjektive.
Damit bieten wir dem Nutzer von Ölimmersion eine geschlossene Reihe, angefangen beim VI 12,5x ; HI 25x über HI 50x bis HI 100x an. Wenn nicht auf den Einsatz des HI 100x-Objektivs verzichtet werden kann, ist es wegen der Verschmutzungsgefahr benachbarter starker Objektive sinnvoll, ausschließlich mit Immersionsobjektiven zu arbeiten.
Auch Wasserimmersion ist mit VI 12,5x und WI 50x möglich.
Durch das günstige Apertur-Vergrößerungsverhältnis dieser Objektive (Steigerung der Apertur durch Nutzung von Immersionsmedium) ist die Nutzung großer Gesichtsfelder bei hoher Auflösung vorteilhaft.
Hauptanwendungsgebiete sind:

- Fluoreszenzmikroskopie

  Gewinnbringend sind hierbei die im Vergleich zu entsprechenden Trockenobjektiven höheren Aperturen und das günstige spektrale Transmissionsverhalten.

- Polarisationsmikroskopie

  Bei schwach absorbierenden Auflichtpolarisationsobjekten erreicht man mit Hilfe von Immersionsobjektiven eine diagnostisch auswertbare Änderung des Reflexionsvermögens. Zusätzlich wird eine Intensitätssteigerung der zwischen gekreuzten Polaren sichtbaren, aber sehr lichtschwachen Anisotropieeffekte um den Faktor $n^2_{Imm}$ erreicht. Damit wird die Anwendungsbreite in der Erzmineraldiagnose erweitert.
  Das Objektiv VI 12,5x kann nutzbringend zur Identifikation schwer unterscheidbarer Minerale eingesetzt werden, indem verschiedene Immersionsflüssigkeiten verwendet werden.

- Auflichtmikroskopie

  Besonders in der Kohlemikroskopie macht sich die Kontraststeigerung bei der Bildwiedergabe schwach reflektierender Objekte im Auflicht-Hellfeld durch die Anwendung von Immersionsobjektiven vorteilhaft bemerkbar.
  Durch die Immersionsflüssigkeit ergeben geringe Brechzahldifferenzen im Objekt einen deutlicheren Kontrast

als bei der Verwendung analoger Trockensysteme.

- Interferenzmikroskopie

  Mit den tabellarisch erfaßten Hellfeldvarianten der Immersionsobjektive können Interphako- und Shearingverfahren (u.a. DIK) am Jenaval- bzw. Jenavert interphako durchgeführt werden.

Bei der Anwendung dieser Immersionsobjektive ergibt sich, wie an anderer Stelle bereits ausgeführt, der Vorteil, daß mit Ausnahme des WI 50x alle anderen Objektive hinsichtlich der Bildgüte deckglasunempfindlich sind und somit mit oder ohne Deckglas verwendbar sind. Den Angaben in der Tabelle ist zu entnehmen, ob das entsprechende Objektiv für oo/0,17 oder oo/0 (bedeckte oder unbedeckte Objekte) abgeglichen ist. Es treten demzufolge bei der Anwendung von oo/0,17 und oo/0 Objektiven an einem Revolver Einstelldifferenzen von 60 µm.

- Übersichtsimmersionsobjektiv VI 12,5x/0,33 oo/0,17

Damit wird von uns ein variables Immersionsobjektiv angeboten, das bezüglich des verwendeten Immersionsmediums in den Grenzen von Öl ($n \sim 1,515$) bis Wasser ($n_d = 1,333$) unempfindlich hinsichtlich der Bildgüte ist. Das Objektiv ist besonders nützlich für biologisch-medizinische Untersuchungen, wo die Zellen oder Gewebeschnitte in Glyzerin-Puffer-Gemischen eingebettet werden. Auf das Auflegen eines Deckglases kann damit verzichtet werden.

- WI 50x/1,0 oo/0,17

Ist überall dort sinnvoll einzusetzen, wo die einfachere Handhabung der Wasserimmersion gegenüber der mit Immersionsöl Vorteile bringt. Es ergibt sich eine einfache Reinigung von Objekt und Objektiv und, bei der empfohlenen Verwendung von destilliertem Wasser als Immersionsmittel, auch bei eventueller Eintrocknung keine störenden Rückstände.
In Verbindung mit dem Immersionsübersichtsobjektiv VI 12,5x ist ein Vergrößerungswechsel bei Wasserimmersion möglich.

IMMERSIONSOBJEKTIVE : für Tubuslänge oo korrigiert , Anschraubgewinde M 25 x 0,75 , Abgleichlänge 45 mm , CVD-frei (A)

| Objektivbezeichnung Vergrößerung numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckgleskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korr.-fassung | DIK-Eignung | Auflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Jenamed fluoresc. | Jenalumar | Jenaval | Jenapol u | Neophot 30/32 | Pol.Neophot 30/32 | Jenavert | Jenamed hematolo. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GF-PA VI 12,5x/0,33 oo/0,17 | 302541:313.26 | 1987 | 0,28 | 1,0 | 0,17(0) | 32 | x | | | | | Pol 373 | o | o | o | | | | | | |
| GF-PA VI 12,5x/0,33 oo/0 pol | 302541:373.26 | 1988 | 0,46 | 1,0 | 0(0,17) | 32 | x | | | | x | | | | | o | | o | | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0,17 | 302542:311.26 | 1984 | 0,38 | 0,52 | 0,17(0) | 25 | x | | | | | | o | o | o | | | | | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0,17 | 302542:313.26 | 1988 | 0,38 | 0,52 | 0,17(0) | 25 | x | | | | x | | o | o | o | | | | | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0 | 302542:351.26 | 1984 | 0,55 | 0,52 | 0(0,17) | 25 | x | | | | x | | o | o | o | | | | o | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0 | 302542:353.26 | 1988 | 0,55 | 0,52 | 0(0,17) | 25 | x | | | | x | Pol 373 | o | o | o | | o | | o | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0 pol | 302542:321.26 | 1984 | 0,55 | 0,52 | 0(0,17) | 25 | x | | | | | | | | | o | | o | | | |
| PA HI 25x/0,65 oo/0 pol | 302542:373.26 | 1988 | 0,55 | 0,52 | 0(0,17) | 25 | x | | | | | | | | | o | | o | | | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0,17 | 302543:311.26 | 1984 | 0,22 | 0,34 | 0,17(0) | 32 | x | | | | | | | o | o | | | | | | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0,17 | 302543:312.26 | 1988 | 0,22 | 0,34 | 0,17(0) | 32 | x | | | | | | | o | o | | | | | | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0 | 302523:311.26 | 1984 | 0,40 | 0,34 | 0(0,17) | 32 | x | | | | | Pol 321 | | o | o | | | | o | | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0 | 302523:313.26 | 1987 | 0,40 | 0,34 | 0(0,17) | 32 | x | | | | | Pol 373 | | o | o | | o | | o | x | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0 pol | 302523:321.26 | 1984 | 0,40 | 0,34 | 0(0,17) | 32 | x | | | | | | | | | o | | o | | | |
| GF-PA HI 50x/1,0 oo/0 pol | 302523:373.26 | 1988 | 0,40 | 0,34 | 0(0,17) | 32 | x | | | | | | | | | o | | o | | | |
| GF-PA WI 50x/1,0 oo/0,17 | 302544:311.26 | 1985 | 0,09 | 0,34 | 0,17 | 32 | x | | | | | | o | o | o | | | | | | → nur für bedeckte Objekte, wegen zu hoher Brechzahldifferenzen |

Segmentobjektive

Für polarisationsoptische Untersuchungen mit Universaldrehtischen, bei denen die Objektoberfläche gegen die optische Achse geneigt wird, wird das Objekt zwischen zwei Kugelsegmenten angeordnet, von denen sich eines im Objektraum befindet. Die Segmentoberflächen verlaufen konzentrisch zum axialen Objektpunkt, wenn objektivseitig ein Deckglas von 0,17 mm Dicke und kondensorseitig ein Objektträger von 1 mm Dicke verwendet werden. Objektive dieser Anordnung werden mit "S" graviert. Nach Auswahl des geeigneten Segmentpaares, dessen $n_D$-Wert etwa mit dem Brechungsindex des zu untersuchenden Objektes übereinstimmen soll, wird das untere Segment im Mittelteil des Universaldrehtisches in ein Ringlager eingehängt und das Präparat auf ihm mit Immersionsflüssigkeit entsprechender Brechzahl blasenfrei in optische Verbindung gebracht. Das obere Segment wird ebenfalls mit Immersionsflüssigkeit versehen und dann über dem Präparat befestigt.
Die neuentwickelten Segmentobjektive sind polfähige (für polarisationsoptische Untersuchungen geeignet) Achromate für oo-Tubuslänge. Für die Aufgabenstellung dieser Objektive ist die achromatische Korrektion ausreichend. Die in der Tabelle erfaßten Werte für Vergrößerung und Apertur gelten für das Segment mit der mittleren Brechzahl ($n_D$ = 1,556). Für die anderen zur Ausrüstung des Universaldrehtisches gehörenden Kugelsegmente mit $n_D$ = 1,516 bzw. $n_D$ = 1,648 ist sowohl die Vergrößerung als auch die Apertur geringfügig kleiner bzw. größer.
Wegen der höheren Objektlage muß am Universaldrehtisch ein langschnittweitiger Kondensor eingesetzt werden, um die volle Ausleuchtung für den direkten und indirekten Strahlengang zugarantieren.
Die Segmentobjektive können auch ohne Segment Verwendung finden, wenn ihr relativ großer Arbeitsabstand genutzt werden soll. Vergrößerung und Apertur verändern sich in diesem Fall erheblich (Faktor für beide Größen = $\frac{1}{n_{segm}}$). Durch den Wegfall des Segmentes ändert sich der Öffnungsfehler und damit die Bildgüte in der Bildmitte nicht. Dahingegen wird die Feldabbildung etwas beeinträchtigt, was zu einer eingeschränkten Nutzung bis Feldzahl 18 führt (Zwischenbildgröße der Objektive bei Nutzung mit Segment 20 mm). Es ist zu be-

achten, daß das Segmentobjektiv kleinster Vergrößerung (A5x) nicht für die Benutzung ohne Segment geeignet ist.

| jektivbezeichnung<br>Vergrößerung<br>numerische Apertur | Sachnummer | Serienanlauf bzw. Mikros-Thema | Freier Arbeitsabstand (mm) | Auflösungsgrenze (µm) | Deckglaskorrektion (mm) | Zwischenbilddurchmesser (mm) | Präparateschutz | Irisblende | Korrektionsfassung | DIK-Eignung | Aufflicht-Eignung | Spezielle Ausführungen | Jenaval | Jenavert | U-Tisch 1234 | U-Tisch 124 | Kristallrotanzeiger | Heizkammer 400° | Heizkammer 400°/V | Anpass.NSW-Heizk. | Anp.Vacuthern | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ACHROMATE mit Segment : für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 45 mm, CVD-frei (A), Pol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| A 5x/0,10 oo/S pol | 302075:371.26 | 1986 | 6,0 | 3,4 | | 20 | | | | | | | | | x | x | x | | | | | → für Benutzung ohne Segment nicht geeignet |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | vorrangig für Orthoskopie |
| A 16x/0,20 oo/S pol | 302076:371.26 | 1986 | 2,8 | 1,7 | | 20 | x | | | | | | | | x | x | x | | | | | → Für Orthoskopie und Konoskopie |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | bei Benutzung ohne Segment: A 16x/0,12 oo/- |
| A 10x/0,12 oo/- | 302076:341.26 | 1986 | 9,0 | 2,9 | 0/0,17 | 20 | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| A 50x/0,60 oo/S pol | 302078:371.26 | 1986 | 2,0 | 0,55 | | 20 | | x | | | | | | | x | | x | | | | | → für Orthoskopie und Konoskopie |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | bei Benutzung ohne Segment: A 32x/0,39 oo/0 |
| A 32x/0,38 oo/0 | 302078:341.26 | 1986 | 8,2 | 0,88 | 0 | 20 | | x | | | | | | | | | | | | | | |
| LD-OBJEKTIVE ; für Tubuslänge oo korrigiert, Anschraubgewinde M 25 x 0,75, Abgleichlänge 65 mm, CVD-frei (A) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA LD 4x/0,05 oo/0(2) | 302359:312.26 | 1986 | 37,0<br>40,0 | 6,7 | | 25 | | | | | | Pol372 | o | o | | | | x | | x | | |
| PA LD 4x/0,05 oo/0(2) pol | 302359:372.26 | 1987 | 37,0<br>40,0 | 6,7 | | 25 | | | | | | | | | | | | | x | x | | |
| PA LD 8x/0,10 oo/0(2) | 302358:312.26 | 1986 | 35,4<br>37,7 | 3,4 | | 25 | | | | x | | Pol372 | o | o | | | | x | | x | x | |
| PA LD 8x/0,10 oo/0(2) pol | 302358:372.26 | 1987 | 34,7<br>37,7 | 3,4 | | 25 | | | | | | | | | | | | | x | x | | |
| PApo LD 16x/0,20 oo/0(2) | 302357:312.26 | 1986 | 14,5<br>17,5 | 1,7 | | 25 | | | | x | | Pol372 | o | o | | | | x | | x | x | |
| PApo LD 16x/0,20 oo/0(2) pol | 302357:372.26 | 1987 | 14,5<br>17,5 | 1,7 | | 25 | | | | | | | | | | | | | x | | x | |
| PA LD 25x/0,50 oo/0(2) | 302349:311.26 | 1986 | 11,0<br>13,0 | 0,67 | | 25 | | | | x | | Pol371 | o | o | | | | x | | x | | |
| PA LD 25x/0,50 oo/0(2) pol | 302349:371.26 | 1987 | 11,0<br>13,0 | 0,67 | | 25 | | | | | | | | | | | | | x | x | | |
| PApo K 40x/0,5 oo/0(2) L | 302355:002.26 | 1965 | 7,0<br>10,7 | 0,67 | | 20 | | | | | | | o | o | | | | | | | | → Abgleichlänge 75 mm, Gewinde M 19 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Objektiv auch nutzbar für LMA |

→ oberer Wert = FAA mit Frontplatte
unterer Wert = FAA ohne Frontplatte

LD-Objektive

Mikroskopische Untersuchungsmethoden und Einsatzgebiete für Objektive mit großem Arbeitsabstand sind weiter im Anwachsen begriffen. Hinsichtlich der Objektive geht die Entwicklung zu LD-Objektiven mit "normaler" Abgleichlänge, sowohl für Auf- als auch für Durchlichtuntersuchungen.
Die ersten CVD-freien Mikroskopobjektive, die bereits Ende der 60er Jahre eingeführt wurden, waren die sogenannten Kammerobjektive (nach ihrer Hauptanwendung - Heizkammer - benannt) mit einer Abgleichlänge von 75 mm und M 19 Anschraubgewinde. Gemäß dem Entwicklungstrend wurden die neuen LD-Objektive (=long distance) unter Beibehaltung der großen Arbeitsabstände auf eine Abgleichlänge von 65 mm reduziert. Vom chromatischen Korrektionszustand sind diese Objektive Planachromate bzw. Planapochromate und für eine Zwischenbildgröße von 25 mm korrigiert.
Bei der Nutzung dieser Objektive sind einige Besonderheiten zu beachten:

- In die Korrektion dieser Objektive ist eine planparallele Platte (Frontplatte) aus Quarzglas von 2 mm Dicke bzw. aus Glas (BK 7) von 1,97 mm Dicke einbezogen. Wird die angeschraubte Frontplatte verwendet (entspricht dem Lieferzustand der Objektive), müssen unbedeckte Präparate verwendet werden. Es gilt der angegebene Arbeitsabstand der Objektive mit Frontplatte.
- Unter Verzicht des Abgleichs der Objektive untereinander können die LD-Objektive 4x, 8x, 16x (= bis Apertur 0,2) auch ohne Frontplatte verwendet werden. Es gilt für unbedeckte Objekte dann der Arbeitsabstand ohne Frontplatte abzüglich ~0,7 mm.
- Ausnahme ist das Objektiv LD 25x, das für unbedeckte Objekte keinesfalls ohne Frontplatte genutzt werden darf (Beeinträchtigung des Korrektionszustandes).
- Es wurde bereits erwähnt, daß eine wesentliche Anwendung dieser Objektive in der Kammermikroskopie ist. Hierbei wird die Frontplatte ebenfalls abgeschraubt, da die Funktion der planparallelen Platte vom Abschlußglas oder Einblickfenster der Kammer übernommen wird.

Dem angegebenen Arbeitsabstand (ohne Frontplatte) entspricht die Entfernung Objekt - objektnächster Fassungsrand des Objektivs mit dazwischenliegender Planparallelplatte. Für das

hinsichtlich der Korrektion empfindlichste Objektiv (LD 25x) ergibt sich für die planparallele Platte im Objektraum eine maximale Dickentoleranz von ± 0,04 mm und eine maximale Verkippung bezüglich der optischen Achse von 12'. Die schwächeren Objektive sind wesentlich unempfindlicher.

Unter Kammermikroskopie versteht man die Untersuchung von Objekten, die sich in Heiz-, Kühl-, Vakuum-, Unterdruck-, Feuchtigkeits- oder Flüssigkeitskammern befinden. Für die Anwendung in Verbindung Heizkammer und Polarisationsmikroskop sind die Pol-Varianten der LD-Objektive bestimmt.
Einsatzgebiete von LD-Objektiven sind die chemische Mikroskopie, Arbeit mit Mikromanipulatoren und die Lösung meßtechnischer Aufgaben. Auf die Anwendung in der Mikroelektronik bzw. für hydrobiologische, immunologische und biotechnologische Fragestellungen wurde bereits eingegangen.

- PApo K 40x/0,5 oo/0 (2) L

Dieses Objektiv bildet den Abschluß der LD-Objektivreihe. Es ist ein Spiegelobjektiv, das sowohl in der Mikroskopie als auch in der Lasermikrospektralanalyse (Gravur L) eingesetzt wird. Paßte es mit seinen Anschlußmaßen zu den alten K-Objektiven, ist in der Kombination mit den jetzigen LD-Objektiven die Abgleichlänge dieses Objektivs von 75 mm und das Anschraubgewinde M 19 zu beachten. Zur Anpassung des Spiegelobjektivs und anderer Mikrovaloptik mit Gewinde M 19 stehen folgende Zwischenringe zur Verfügung:

M 19/M 25 - zum Anschluß an JENA-Mikroskope (M 25),
M 19/M 30 - zum Anschluß an Geräte für HD-Optik (M 30) wie z.B. Metaval HD, Epignost HD, Jenavert HD, Neophot.

Der Zwischenring M 25/M 30 wird benötigt, wenn z.B. die LD-Objektive (M 25) am Neophot oder Jenavert HD (M 30) eingesetzt werden sollen.

Literaturverzeichnis :

1. Bergner, J.: JENAPOL - Polarisationsmikroskope der Reihe JENA-Mikroskope 250-CF
JENAER RUNDSCHAU 28(1983)2, 61-63

2. Beyer, H.: Handbuch der Mikroskopie, 2. Aufl.
VEB Verlag Technik Berlin 1977

3. Bonnke, H. u.a.: Neue Kurs- und Labormikroskope aus Rathenow für Ausbildung und Routine
JENAER RUNDSCHAU 30(1985)1, 24-29

4. Gerlach, D.:Das Lichtmikroskop
Georg Thieme Verlag Stuttgart 1976

5. Riesenberg, H.; H.Bruch: Eine neue Generation von Mikroskopoptik aus Jena
JENAER RUNDSCHAU 27(1982)1, 33-40

6. Riesenberg, H.: GF-Planapochromate und Spezialobjektive für die JENA-Mikroskope 250-CF
JENAER RUNDSCHAU 28(1983)2, 66-68

7. Riesenberg, H.: CF-Objektive für Auflichtmikroskope
JENAER RUNDSCHAU 30(1985)1, 18-23

8. Riesenberg, H.: Spezialobjektive der neuen Mikroskopoptik-Generation - LD-Objektive, Segmentobjektive, Immersionsobjektive
JENAER RUNDSCHAU 32(1987)1, 30-33

9. Weiland, G. u.a.: NEOPHOT 30 - das neue universelle Kameramikroskop für die Auflichtmikroskopie
JENAER RUNDSCHAU 30(1985)1, 6-10

Verfasser: Sabine Haustein

Franz GAnster

Digitally signed by Franz GAnster
DN: cn=Franz GAnster, c=AT, o=OE3FGA, ou=OE3FGA, email=fga@oe3fga.com
Reason: buyed, scanned and digitized this document
Location: fga@oe3fga.com, Austria
Date: 2011.04.16 11:43:45 +02'00'