

Objektive von Carl Zeiss

Eine Frage des Anspruchs



**Brillante Abbildung für Forschung
und Routine in den Life Sciences**



We make it visible.

Wo an der Grenze zum Unsichtbaren geforscht wird, zählt nur die Leistung.

Maximale Bildinformation für das bestmögliche Ergebnis: um aussagefähige Bilder zu erhalten, ist die Wahl des richtigen Objektivs ein entscheidendes Erfolgskriterium. Für eine zuverlässige Analyse gilt dies von Routineaufgaben bis in anspruchsvolle High End-Anwendungen. Dabei sind die Anforderungen der Anwender in einem Punkt immer gleich: höchstmögliche Auflösung bei stärkstem Kontrast. Moderne Forschung verlangt nach Objektiven mit einem Höchstmaß an optischer Leistung – besonders in komplexen Applikationen, bei denen Strukturinformationen mit optimaler Qualität abgebildet werden müssen. Seit über 130 Jahren werden bei Carl Zeiss Objektiv nach wissenschaftlichen Grundsätzen entwickelt, die in ihrer Klasse immer wieder Maßstäbe setzen. Dabei hat Carl Zeiss die Grenzen der Technik oft neu definiert:

- Erstmalige Berechnung von Mikroskopobjektiven durch Ernst Abbe
- Erfindung der Vergütungstechniken von Glasoberflächen zur Streulichtminimierung
- Entwicklung der Unendlich-Optik ICS (Infinity Color Corrected System)
- Entwicklung der Streulicht minimierten IC²S-Optik mit verbessertem Kontrast

Bei Carl Zeiss definieren erfahrene Applikationsexperten gemeinsam mit Ihnen, welche Kriterien für Sie relevant sind. Angefangen von Objektivvergrößerung über Arbeitsabstand bis hin zur Auswahl der möglichen Kontrastverfahren müssen viele Faktoren berücksichtigt werden. Bei der Wahl des für Ihr individuelles Anwendungsspektrum richtigen Objektivs werden Sie umfassend unterstützt. Damit ist Ihnen eines immer sicher: kontrastreiche, brillante Abbildungen mit höchster Aussagekraft.



1872

Einführung der ersten berechneten Mikroskopobjektive durch Prof. Ernst Abbe

1886

Entwicklung vollständig farbkorrigierter Objektive, der sogenannten APOCHROMATE

1911

Entwicklung parfokaler Objektive, die bei Objektivwechsel die Fokusslage beibehalten

1936

Patentierung von reflexmindernden Vergütungen auf Linsenoberflächen (T-Belag)

1876

Erste Öl-Immersionsojektive

1904

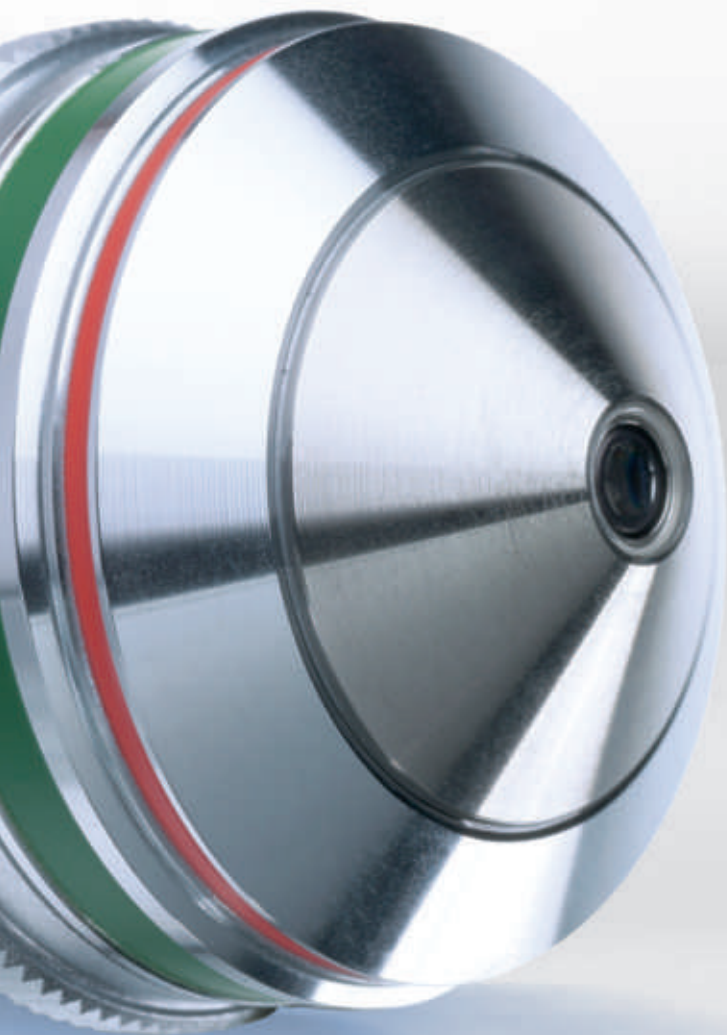
Entdeckung der Fluoreszenz-Mikroskopie durch Prof. August Köhler

1934

Erste Versuchsausführung von Objektiven für Phasenkontrast

1938

Einführung von Objektiven mit Bildfeldebahnung, der Plan-ACHROMATE



Darauf sollten Sie bei der Wahl eines Objektivs achten

Vergößerung

Abbildungsmaßstab des Objektivs im realen Zwischenbild

Numerische Apertur (n.A.)

Definition des Auflösungsvermögens eines Objektivs und der Lichtstärke

Freier Arbeitsabstand

Abstand zwischen vorderster Linse eines Objektivs und dem Deckglas bzw. dem Präparat

Bildebhnung

Korrektur der Bildfeldkrümmung zur Vermeidung von Randunschärfen

Farbkorrektur

Abbildung unterschiedlicher Farben des Lichtspektrums in einem Punkt

Transmission

Lichtdurchlässigkeit eines Objektivs für bestimmte Wellenlängen

Eignung für bestimmte Kontrastmethoden, z. B.

Hellfeld

Dunkelfeld

Phasenkontrast (Ph)

Differentieller Interferenzkontrast (DIC)

VAREL Kontrast

PlasDIC

Polarisation (Pol)

Fluoreszenz

1950

Einführung von Objektiven mit Präparateschutz (Objektive mit Federung)

1973

Einführung der Unendlichoptik mit dem modularen Mikroskop Axiomat

1982

Einführung der ICS-Optik

1959

Entwicklung der ersten ULTRAFLUAR Objektive mit Fokuskorrektur von Ultraviolett bis in den Infrarot-Bereich

1975

Entwicklung der Multi-Immersionsobjektive Plan-NEOFLUAR (Imm. Korr.)

2004

Einführung der IC'S-Optik

| | A-Plan | LD A-Plan | ACHROPLAN | WACHROPLAN | FLUAR & ULTRAFUAR | EC Plan-NEOFLUAR | LD Plan-NEOFLUAR | LCI Plan-NEOFLUAR | LD LCI Plan-APOCHROMAT | Plan-APOCHROMAT | W Plan-APOCHROMAT | (LD) C-APOCHROMAT |
|--|--------------|--------------|--------------|------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|------------------------|-----------------|-------------------|-------------------|
| Präparat mit Deckglas 0,17 mm ± 0,01 | ● | ● | ● | – | ● | ● | ● | ● | ● | ● | – | ● |
| Präparat mit Deckglas 0,14 mm bis 0,20 mm | bis n.A. 0,7 | ● | bis n.A. 0,7 | – | bis n.A. 0,7 | bis n.A. 0,7 | ● | ● | ● | bis n.A. 0,7 | – | ● |
| Präparat ohne Deckglas | bis n.A. 0,3 | bis n.A. 0,3 | bis n.A. 0,3 | ● | bis n.A. 0,3 | bis n.A. 0,3 | ● | bis n.A. 0,8 | bis n.A. 0,8 | bis n.A. 0,3 | ● | – |
| Kulturschalen mit Glasboden 0,17 mm ± 0,01 | ● | ● | ● | – | ● | ● | ● | ● | ● | ● | – | ● |
| Kulturschale mit Glasboden 0,14 mm bis 0,20 mm | bis n.A. 0,7 | ● | bis n.A. 0,7 | – | bis n.A. 0,7 | bis n.A. 0,7 | ● | ● | ● | bis n.A. 0,7 | – | ● |
| Kulturschale mit Plastikboden | – | ● | – | – | – | – | ● | – | – | – | – | – |
| Offene Kulturschale – Objektiv taucht in das Kulturmedium ein | – | – | – | ● | – | – | – | ○ bis n.A. 0,8 | ○ bis n.A. 0,9 | – | ● | – |
| Multiwell-Kulturschalen mit Glasboden 0,17 mm ± 0,01 | ● | ● | ● | – | ● | ● | ● | ● | ● | ● | – | ● |
| Multiwell-Kulturschalen mit Glasboden 0,14 mm bis 0,20 mm | bis n.A. 0,7 | ● | bis n.A. 0,7 | – | bis n.A. 0,7 | bis n.A. 0,7 | ● | ● | ● | bis n.A. 0,7 | – | ● |
| Multiwell-Kulturschalen mit Plastikboden | – | ● | – | – | – | – | ● | – | – | – | – | – |
| Sehfeld | 23 mm | 23 mm | 23 mm | 23 mm | 23 mm | 25 mm | 25 mm | 25 mm | 25 mm | 25 mm | 20 mm | 25 mm |
| Ebnung | ** | ** | ** | ** | * | **** | **** | **** | ***** | ***** | ***** | ***** |
| Farbkorrektur | ** | ** | *** | *** | * | **** | **** | **** | ***** | ***** | ***** | ***** |
| Arbeitsabstand | | sehr hoch | | hoch | | | sehr hoch | | hoch | | hoch | |
| Hohe Transmission in UV | ** | ** | **** | **** | **** | ***** | *** | *** | *** | *** | *** | ** |
| Transmission im IR | **** | **** | **** | **** | **** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| Korrektur für 37°C für das Live Cell Imaging | – | – | – | – | – | – | – | ja | ja | – | – | ja |
| Klassische Färbungen wie z. B. HE | ● | ○ | ● | – | ○ | ● | ○ | ▲ | ● | ● | – | ● |
| Fluoreszenz | ▲ VIS | ▲ VIS | ▲ VIS | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 3D Dekonvolution | ○ | ○ | ○ | ▲ | ▲ | ● | ▲ | ● | ● | ● | ● | ● |
| ApoTome | – | – | – | – | ○ VIS | ● | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● |
| Cell Observer | ○ | ○ | ○ | ○ | ● UV | ▲ | ○ | ● | ● | ● | ○ | ● |
| TIRF | – | – | – | – | ●* | – | – | – | – | ●* | – | – |
| Laser Scanning Mikroskopie | – | – | ○ | ▲ | ▲ | ● | – | ● | ● | ● | ● | ● |
| FCS | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | – | ●* |

- Besonders geeignet
- ▲ Gut geeignet
- Möglich, aber nicht empfohlen
- Nicht möglich
- * Variante bzw. spezielle Ausführung

Inhalt

| | |
|---|----------------|
| Wo an der Grenze zum Unsichtbaren geforscht wird, zählt nur die Leistung | 2 |
| Historie der Carl Zeiss Objektive | 2 |
| Darauf sollten Sie bei der Wahl eines Objektivs achten | 3 |
| Tabelle Objektivklassen und Anwendungen | 4 |
| Objektivklassen in der Übersicht | 6 - 9 |
| A-Plan, ACHROPLAN, FLUAR | 6 |
| EC Plan-NEOFLUAR, Plan-APOCHROMAT, C-APOCHROMAT, LCI Objektive | 7 |
| Objektive für spezielle Anwendungen: LD und W Objektive | 8 |
| Farbkodierung der Carl Zeiss Objektive | 9 |
| Objektivklassen im Detail | 10 - 20 |
| A-Plan, LD A-Plan | 10 |
| ACHROPLAN, W ACHROPLAN | 11 |
| FLUAR, ULTRAFLUAR | 12 |
| EC Plan-NEOFLUAR, LD Plan-NEOFLUAR | 13 |
| Plan-APOCHROMAT, W Plan-APOCHROMAT | 14 |
| Technik: Auflösung, Numerische Apertur | 15 |
| C-APOCHROMAT, LD C-APOCHROMAT | 16 |
| Technik: Abbildungseigenschaften, Sphärische Aberration | 17 |
| LCI Plan-NEOFLUAR, LD LCI Plan-APOCHROMAT | 18 |
| TIRF Objektive: α Plan-FLUAR 100x, α Plan-APOCHROMAT 100x | 19 |
| Technik: Chromatische Aberration | 19 |
| Technik: Bildfeldwölbung, Deckgläser und Einbettmittel | 20 |
| Querschnitt eines Objektivs | 21 |
| Objektivdatenbank von Carl Zeiss | 22 |



1950

Einführung von Objektiven mit Präparateschutz (Objektive mit Federung)

1973

Einführung der Unendlichoptik mit dem modularen Mikroskop Axiomat

1982

Einführung der ICS-Optik

1959

Entwicklung der ersten ULTRAFLUAR Objektive mit Fokuskorrektur von Ultraviolett bis in den Infrarot Bereich

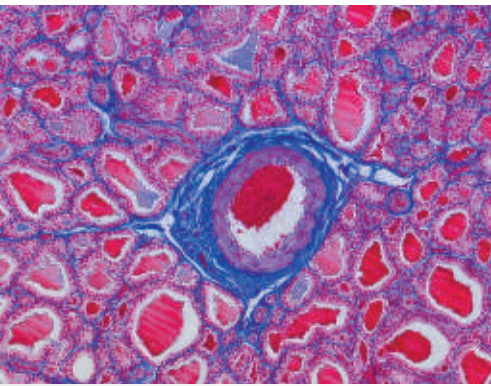
1975

Entwicklung der Multi-Immersionsobjektive Plan-NEOFLUAR (Imm. Korr.)

2004

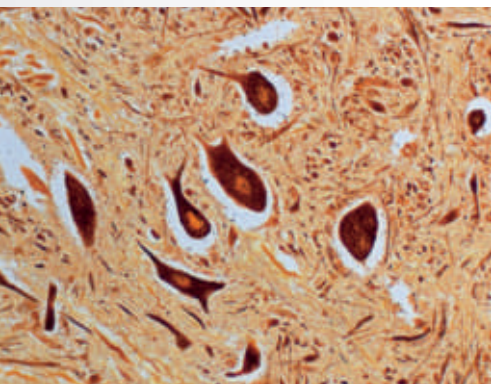
Einführung der IC²S-Optik

Viele Anforderungen verlangen viele **Objektivklassen.** Jede ist eine Klasse für sich.



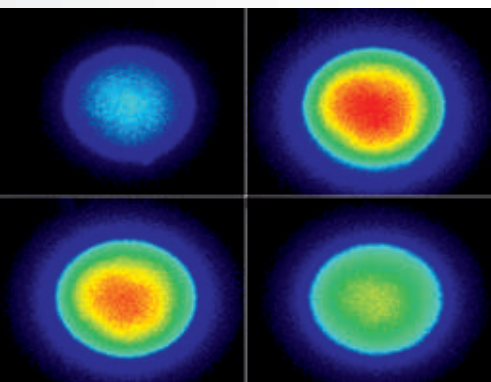
A-Plan - Die A-Klasse

A-Plan Objektive von Carl Zeiss sind ein guter und zugleich preiswerter Einstieg in die Mikroskopie. Sie sind vielseitig einsetzbar und liefern eine gute optische Qualität.



ACHROPLAN - Die Soliden

Solide und zuverlässig: die Objektive der ACHROPLAN Klasse zeichnen sich durch eine sehr gute Bildfeldebnung aus. Für die Bilddokumentation in der Pathologie sind sie eine äußerst empfehlenswerte Lösung.



FLUAR - Die Photonensammler

Die Objektive der Baureihe FLUAR sind aus speziellen optischen Gläsern gefertigt. Hohe numerische Aperturen, guter Kontrast und höchste Transmission für das gesamte sichtbare Spektrum bis ins nahe UV verleihen ihnen eine enorme optische Leistung. Die Objektive der Wahl, um schwächste Fluoreszenzen sichtbar zu machen.

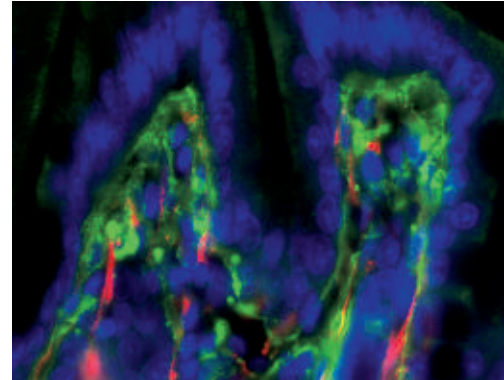


Übersicht



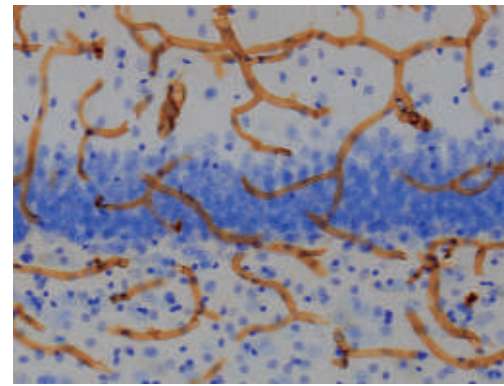
EC Plan-NEOFLUAR - Die Universalgenies

Wenn Flexibilität und Methodenvielfalt gefragt sind, kommen die EC Plan-NEOFLUAR Objektivs zum Einsatz. Mit der optimierten IC²S-Optik wird eine kontrastreiche Abbildung mit perfekter Homogenität und hoher Auflösung erreicht. Von Transmission bis ins nahe UV über sehr gute Bildfeldebnung, achromatische Korrektur bis hin zu sehr guten numerischen Aperturen erfüllt die EC Plan-NEOFLUAR Klasse die hohen Ansprüche in Anwendungen mit Hellfeld, Dunkel-feld, Phasenkontrast, DIC, Polarisation und Fluoreszenz.



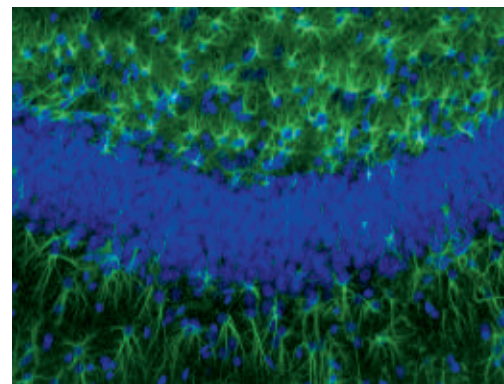
Plan-APOCHROMAT - Die Punktgenauen

Plan-APOCHROMAT Objektivs liefern mit bester Farbkorrektur und höchsten numerischen Aperturen brillante Bilder in Hellfeld-, DIC- und Fluoreszenzverfahren. Überzeugend: eine herausragende Punktabbildungsfunktion und die extreme chromatische Korrektur. Hohe Auflösung und exzellente Bildschärfe machen auch feinste Details und Farbnuancen deutlich sichtbar.



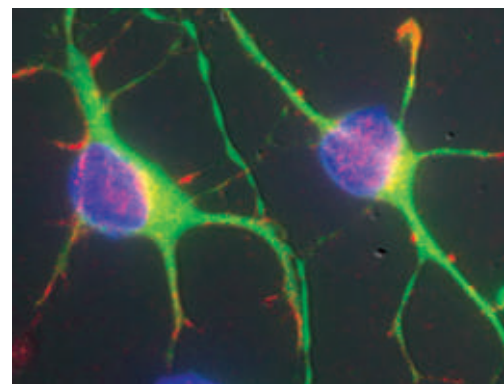
C-APOCHROMAT - Die Leistungsspitze

Diese Hochleistungsobjektivs können unterschiedliche Brechungsindizes und Schichtdicken des Einbettmediums durch einen Korrektionsring optisch kompensieren. Für anspruchsvollste Anwendungen in der Erforschung lebender Organismen und Immersionspräparate sind sie perfekt geeignet. Für brillante Bilder in allen Anwendungen und 3D Techniken wie konfokale Laser Scanning Mikroskopie, ApoTome und 3D Dekonvolution.

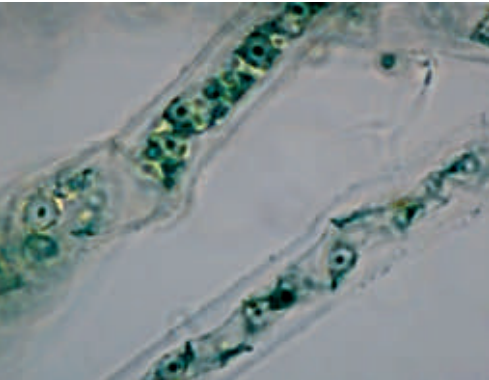


LCI - Die Immersionsspezialisten

LCI steht für Live Cell Imaging. Die leistungsstarken Objektivs dieser Klasse wurden speziell für die komplexen Anwendungen mit lebenden Zellen und Geweben entwickelt. Sie sind für Temperaturintervalle von 23° C bis 37° C gerechnet. Sphärische Aberrationen durch abweichende Deckglasdicken, unterschiedliche Temperaturen oder Brechungsindizes werden mit dem Korrektionsring perfekt ausgeglichen. Das Resultat: mehr sichtbare Details und zuverlässigere Ergebnisse für Ihre wissenschaftliche Analyse.

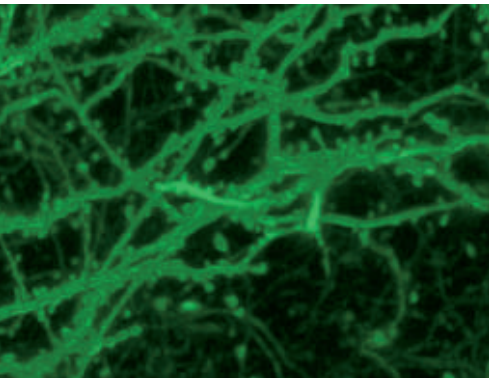


Objektive für spezielle Anwendungen



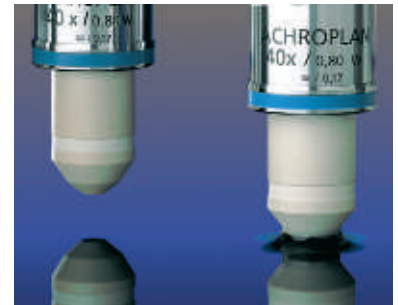
LD - Die Flexiblen

Spezielle Anwendungen erfordern spezielle Objektive. Soll z. B. in ein dickes Präparat tief hinein- oder durch den Plastikboden von Zellkulturschalen fokussiert werden, kommen Objektive mit großem Arbeitsabstand, Long Distance Objektive, zum Einsatz. LD Objektive sind so vielfältig wie ihre Aufgaben: mit LD A-Plan und LD Plan-NEOFLUAR Objektiven für inverse Mikroskope können Zellen in Plastik-Kulturschalen und Präparate unter einem Standard-Deckglas untersucht werden. Für Applikationen mit lebenden Zellen wurden LD-Varianten der LCI- und C-APOCHROMAT Reihe entwickelt: mit einem Korrektionsring lassen sich z. B. Abweichungen der Deckglasdicke optisch ausgleichen.



W - Zum Eintauchen

Physiologische Anwendungen mit lebenden Zellen bzw. Geweben verlangen häufig nach Wasserobjektiven, die direkt in das Kulturmedium getaucht werden können. W Objektive weisen eine konisch zulaufende Spitze aus inertem Spezialkunststoff auf. Häufig, aber nicht ausschließlich, werden sie in Kombination mit einem Fixed Stage-Mikroskop verwendet. Diese Objektive zeichnen sich durch herausragende optische Leistung mit guter Bildfeldebnung und einer hohen Transmission für perfekte Ergebnisse in der Physiologie aus.



Farbkodierung der Objektive

Bezeichnung des Objektivs

Objektivklasse,
dazu spezielle Bezeichnungen, z. B.
LD für Long Working Distance

Vergrößerung/ Numerische Apertur

dazu ergänzende Angaben zu

- Immersionsmedium (Oil/W/Glyc)
- Einstellbare Deckglaskorrektur (Korr.)
- Kontrastmethode

Tubuslänge/ Deckglasdicke (mm)

ICS-Optik ∞
Infinity Color Corrected System

Standard-Deckglas: 0,17
Ohne Deckglas: 0
unempfindlich: -

Mechanischer Einstellung für

- Deckglasdickenkorrektur
- Unterschiedliche Immersion
- Unterschiedliche Temperatur
- die Einstellung einer Irisblende



Farbe der Beschriftung

Kontrastmethode

- Standard
- Pol/DIC
- Ph 0 1 2 3

Farbkodierung der Maßstabszahl

- 1,0/1,25
- 2,5
- 4/5
- 6,3
- 10
- 16/20/25/32
- 40/50
- 63
- 100/150

Immersionsflüssigkeit

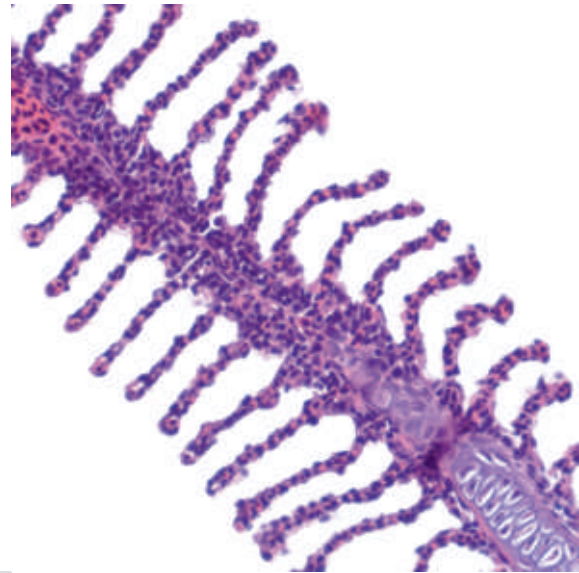
- Öl
- Wasser
- Glycerin
- Öl/Wasser/Glycerin

Jedes Objektiv erfüllt nur ein Kriterium: Perfektion bis ins kleinste Detail.



A-Plan: guter Einstieg mit guter Leistung

Von Labor- und Routinemikroskopie bis hin zur Forschungs-klasse sind die A-Plan Objektive die richtige Wahl zum Einstieg. Sie sind für Hellfeld und Phasenkontrast geeignet und liefern einen guten Kontrast. A-Plan Objektive können auch in Fluoreszenzanwendungen mit Anregungswellenlängen im sichtbaren Spektralbereich eingesetzt werden.



- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: ★
- Farbkorrektur: ★

Einstiegsobjektive für Labor, Routine und Forschungsmikroskope



LD A-Plan: vielseitig in inverser Mikroskopie

Wirtschaftlich, flexibel und kontraststark ist die Einstiegs-klasse in die inverse Mikroskopie. Diese Objektive haben einen besonders großen Arbeitsabstand, mit denen durch dickere Zellkulturgefäße beobachtet werden kann. Sie sind für die Verwendung von Deckgläsern und Bodendicken bis zu 2 mm korrigiert. Von Hellfeld über Phasenkontrast, VAREL und Hoffman Kontrast bis zu PlasDIC sind sie flexibel verwendbar. Für Anregungswellenlängen im sichtbaren Spektralbereich sind sie, wie die A-Plan Objektive, auch für Fluoreszenzmikroskopie geeignet. Eine leistungsstarke Einsteigerreihe für die gehobene Mikroskopie.



- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: ★★
- Farbkorrektur: ★★

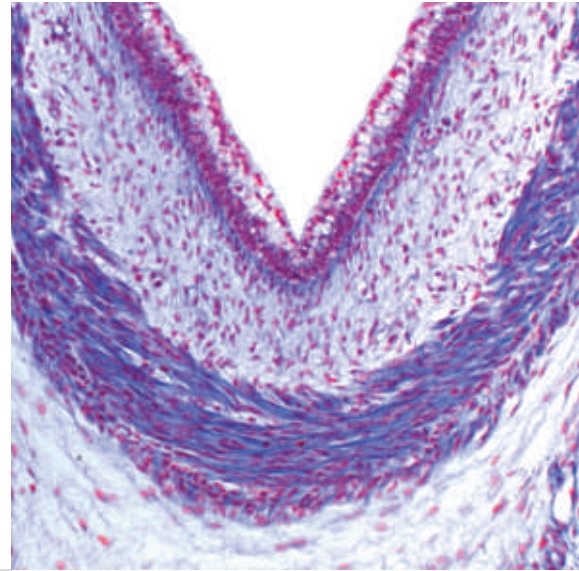
Objektive mit großem Arbeitsabstand für inverse Mikroskope; aufsteckbare Deckglaskappe für dünnere Deckgläser von 0,17 bis 0,6 mm

ACHROPLAN



ACHROPLAN: variabel wie kein zweites

Die ACHROPLAN Objektive verfügen über eine gute Bildfeldebnung und Farbkorrektur und sind gut geeignet für die Mikrofotografie. ACHROPLAN Objektive gibt es, entsprechend der großen Anwendungsbreite, in zahlreichen Ausführungen. Die möglichen Kontrastverfahren sind Hellfeld und Phasenkontrast im Durchlicht, Fluoreszenz bei Anregung im sichtbaren Bereich.



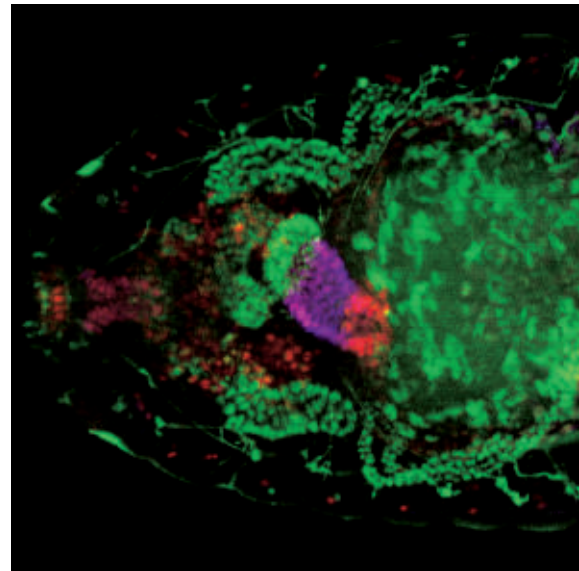
- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: **
- Farbkorrektur: ***

Objektive in vielen Varianten für diverse Anwendungen



W ACHROPLAN: tauchen Sie ein in physiologische Tiefen

Die Wasserobjektive der ACHROPLAN Reihe kommen in Verbindung mit einem aufrechten Fixed Stage-Mikroskop vorwiegend in der Elektrophysiologie zum Einsatz. Solche Aufbauten ermöglichen es, mit dem Tauchobjektiv in ein Medium einzutauchen und ein Präparat von oben zu betrachten. Mikroskopische Techniken werden hier mit physiologischen Methoden kombiniert. Typische Einsatzbereiche sind die Patch-Clamp Technik und die intrazelluläre Ableitung in der Elektrophysiologie, die Intravital-Mikroskopie sowie die Untersuchung von Mikrozirkulation und von dicken Präparaten bei vitalen Gehirnschnitten. Elektroden und Mikroinjektionskapillare können dank der schlanken Spitze und des großen Arbeitsabstandes problemlos zum Präparat gebracht werden. Objektive der W ACHROPLAN Klasse sind beeindruckend flexibel. Alle Kontrastverfahren sind möglich, inklusive Fluoreszenz und Infrarot DIC. Herausragend: die optische Leistung und die enorm hohe Transmission. Für sichtbar mehr Information bei physiologischen Anwendungen.



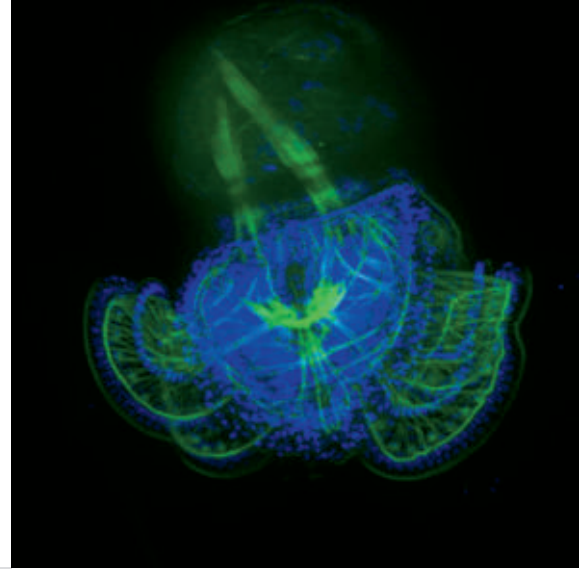
- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: **
- Farbkorrektur: ***

Objektive zum direkten Eintauchen in Zellkulturmedien, speziell für physiologische Anwendungen



FLUAR: spürt schwächste Fluoreszenzen auf

Höchste Lichtdurchlässigkeit und Photonensammlung – dafür stehen die FLUAR Objektive. Aus Spezialglas gefertigt, wurden diese Objektive eigens für qualitative und quantitative Auswertungen von Ionenveränderungen und für anspruchsvolle Fluoreszenzanwendungen entwickelt. Gute Bildfeldebnung bis 23 mm, hohe numerische Aperturen und höchste Transmission schon ab 340 nm Wellenlänge – damit werden auch schwächste Signale deutlich sichtbar.



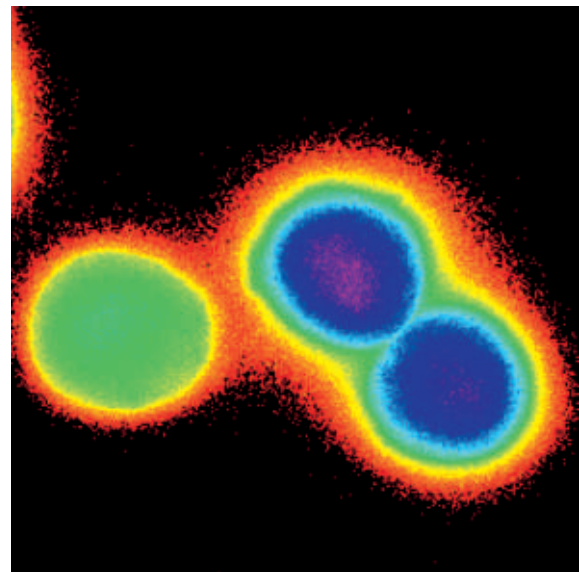
- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: ★
- Farbkorrektur: ★

Objektive mit hohen numerischen Aperturen und höchsten Transmissionseigenschaften ab 340 nm



ULTRAFLUAR: ultrastark bei UV-Licht

ULTRAFLUAR für ultraviolettes Licht – mit ULTRAFLUAR Objektiven können Anwendungen mit Fluoreszenzanregung im UV-Wellenlängenbereich durchgeführt werden. Dazu werden bei der Herstellung ausschließlich Quarzgläser verwendet. Ab 240 nm bis in den Infrarot-Bereich besitzen diese Objektive eine herausragende Transmission. Sie decken damit den breitesten Spektralbereich ab und verfügen über eine gute Bildfeldebnung bis 20 mm. Damit erhalten Sie auch bei Anwendungen im UV-Bereich immer ein zuverlässiges Ergebnis.



- Sehfeld: 20 mm
- Ebnung: ★
- Farbkorrektur: ★

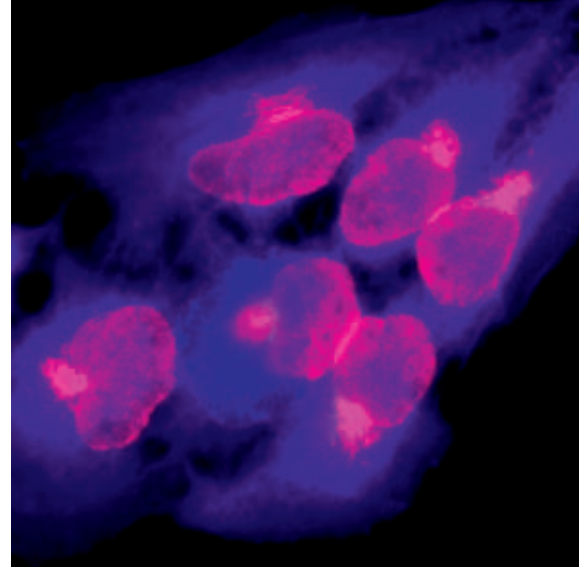
Objektiv für Fluoreszenzanregung im UV-Bereich ab 240 nm

EC Plan-NEOFLUAR



EC Plan-NEOFLUAR: stark im Kontrast

EC, Enhanced Contrast, steht für eine deutliche Kontrastverstärkung. In Kombination mit der chromatischen Korrektur und dem hohen Auflösungsvermögen liefern diese Universalobjektive brillante, kontrastreiche und ebene Bilder. Bei der Fertigung wird Glas mit geringer Eigenfluoreszenz verwendet, was die EC Plan-NEOFLUAR Klasse neben ihrer hohen Transmission ab dem nahen UV-Bereich für Fluoreszenzanwendungen geradezu prädestiniert. Spezialobjektive dieser Klasse sind EC Plan-NEOFLUAR Antiflex für Reflexionskontrast und EC Plan-NEOFLUAR Pol für Polarisation.



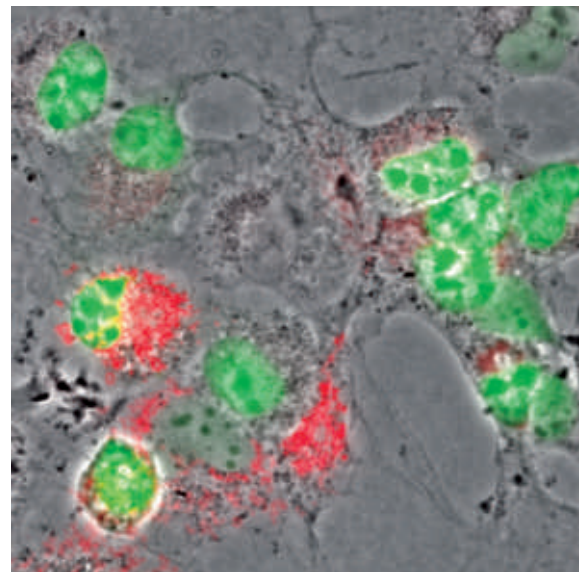
- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Universalobjektive mit ausgezeichneten Fluoreszenzeigenschaften



LD Plan-NEOFLUAR: gehen Sie auf Distanz

LD Plan-NEOFLUAR Objektive mit extra großem Arbeitsabstand sind Objektive für die Zellkultur und werden an den inversen Forschungsplattformen Axiovert und Axio Observer verwendet. Mit einem Korrektionsring lassen sich die Objektive an unterschiedliche optische Gegebenheiten wie z. B. die Verwendung von Deckgläsern oder Plastik-Kulturschalen im Bereich von 0 bis 1,5 mm stufenlos anpassen. Wegen der herausragenden Fluoreszenzeigenschaften aller EC Plan-NEOFLUAR Objektive sind auch die LD-Varianten bestens geeignet für die Fluoreszenzmikroskopie. Außerdem sind alle gängigen Kontrastverfahren im Durchlicht wie Hellfeld, Phasenkontrast, DIC und PlasDIC möglich. Für brillante, kontrastreiche und aussagekräftige Bilder auch bei großem Arbeitsabstand.



- Sehfeld: 23 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Objektive mit großen Arbeitsabständen für die inverse Forschungsmikroskopie; sehr gut geeignet für Fluoreszenzanwendungen

Plan-APOCHROMAT

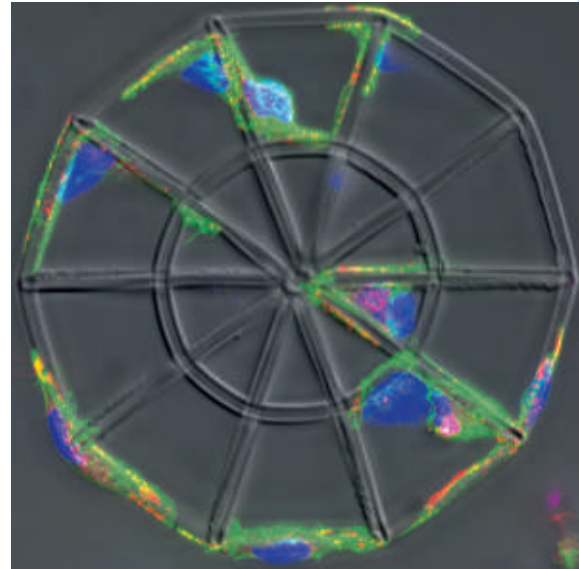


Plan-APOCHROMAT: beste optische Leistung für höchste Auflösung

Plan-APOCHROMAT Objektive weisen eine optische Leistung der Spitzenklasse auf. Sie machen Strukturen an der Grenze zum Unsichtbaren sichtbar. Die herausragenden Leistungsmerkmale sind eine hervorragende Korrektur, extrem hohe Aperturen und ein Höchstmaß an Auflösung, Farbreinheit, Kontrast und Bildfeldebnung. In der Summe liefert dies brillante, gestochen scharfe Bilder für Beobachtung und Mikrofotografie, besonders auch in Fluoreszenzanwendungen. Speziell für das Live Cell Imaging wurde das i Plan-APOCHROMAT des 63x-Objektivs entwickelt, um maximale Fokusstabilität bei Zeitreihen-Aufnahmen zu erzielen.

- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Objektive mit optimaler Korrektur in Bildebnung und Farbe; geeignet für das digitale Imaging



Mit freundlicher Genehmigung von Martin Bastmeyer und Franziska Klein, Universität Karlsruhe

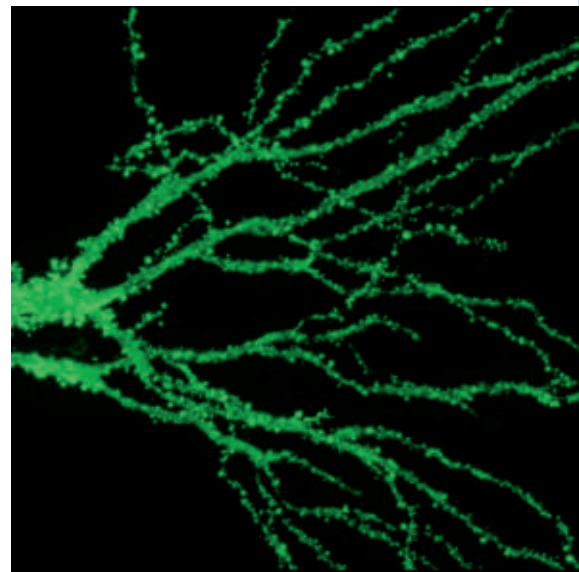


W Plan-APOCHROMAT: apochromatisch korrekt

Speziell für die Elektrophysiologie konzipiert ist die Tauch-Variante der Plan-APOCHROMAT Reihe. Sie ergänzt die Wasserobjektive der ACHROPLAN Klasse. W Plan-APOCHROMAT Objektive haben eine apochromatische Korrektur vom sichtbaren Licht bis ins nahe Infrarot (VIS - IR) und sind zur Verwendung ohne Deckglas gerechnet. Typische Transmissionswerte: von 450 nm bis 1000 nm > 80%, bei 365 nm > 50%. Beste Voraussetzungen auch für den Einsatz in der 2-Photonen-Mikroskopie. Die Front dieses schlanken Objektivs besteht aus einem speziellen inerten Kunststoff, der ursprünglich für die Lebensmitteltechnologie entwickelt wurde.

- Sehfeld: 20 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Apochromatisch korrigierte Tauchobjektive für Anwendungen in der Physiologie



Auflösung

Die Auflösung eines optischen Systems wird im Allgemeinen definiert als der kleinste Abstand zwischen zwei Objektstrukturen, bei dem diese Objekte noch als getrennt abgebildet bzw. wahrgenommen werden. Aufgrund der Wellennatur des Lichts und der damit verbundenen Beugung ist die Auflösung eines Objektivs begrenzt. Diese Grenze ist von prinzipieller Natur, d. h. auch ein theoretisch ideales Objektiv ohne Abbildungsfehler hat eine endliche Auflösung.

Die Berechnung der Auflösung kann nach der berühmten – von Ernst Abbe eingeführten – Formel erfolgen und ist ein Maß für die Bildschärfe eines Lichtmikroskops:

$$d = \frac{\lambda}{2n \sin \alpha}$$

- λ = Wellenlänge des verwendeten Lichts (Schwerpunktwellenlänge von weißem Licht: 550 nm)
- n = Brechungsindex des optischen Mediums zwischen Frontlinse und Deckglas (Luft = 1; H₂O = 1,33; Immersionsöl = 1,518)
- α = halber Öffnungswinkel des verwendeten Objektivs

Aus der Abbe'schen Formel wird deutlich, dass das Auflösungsvermögen durch die Wellenlänge des verwendeten Lichts λ sowie durch das Produkt aus Brechungsindex n des Mediums zwischen Deckglas und Frontlinse und dem Sinus des halben Öffnungswinkels α des verwendeten Objektivs bestimmt wird.

Numerische Apertur

Das mikroskopische Bild entsteht durch Wechselwirkung (Interferenz) des an der Probe gebeugten Lichts mit dem Licht, das unbeeinflusst die Probe durchdringt. Die Interferenz dieser Lichtanteile führt zum Zwischenbild, das bereits alle Bildinformationen beinhaltet. Dieses Zwischenbild wird im Mikroskop durch das Okular vergrößert. Daher spricht man auch von einer zweistufigen Abbildung.

Je größer der Öffnungswinkel eines Objektivs ist, umso mehr (gebeugtes) Licht kann von der Probe gesammelt werden, und umso höher ist die Auflösung des resultierenden Bildes.

Dieser fundamentale Zusammenhang wurde erstmals von Ernst Abbe bei Carl Zeiss 1872 erkannt. Er führte den Begriff der numerischen Apertur (n.A.) eines Objektivs ein. Diese ist definiert als das Produkt des Brechungsindex' zwischen Deckglas und Objektivfrontlinse und dem Sinus des halben Öffnungswinkels des Objektivs:

$$n.A. = n \cdot \sin(\alpha)$$

Die numerische Apertur stellt ein Maß für die Größe des vom Objektiv erfassten Lichtkegels dar, unter Berücksichtigung des verwendeten Immersionsmediums.

Für einige typische Objektive unterschiedlicher Aperturen sind in der unten gezeigten Tabelle Werte für die Auflösung angegeben. Diese berechneten Auflösungen werden in der Praxis allerdings nur dann erzielt, wenn die Objektive keine Abbildungsfehler aufweisen, d. h. wenn die Abbildung beugungsbegrenzt ist.

Tabelle Auflösung unter Verwendung von grünem Licht mit $\lambda = 0,550 \mu\text{m}$:

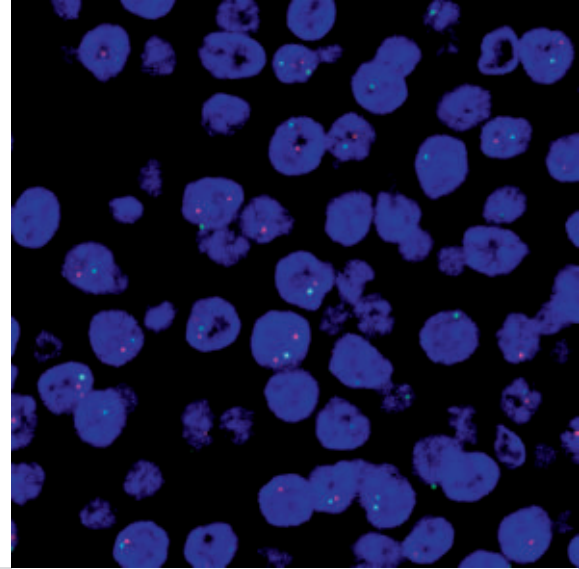
| Vergößerung | / | n.A. | Auflösung (μm) |
|-------------|---|----------|-----------------------------|
| 10x | / | 0,30 | 1,10 |
| 40x | / | 0,75 | 0,45 |
| 63x | / | 1,40 Oil | 0,24 |
| 100x | / | 1,30 Oil | 0,26 |

C-APOCHROMAT



C-APOCHROMAT: Spitzenleistung in 3D

Perfekt zur Erforschung lebender Zellen sind die hochwertigen und extrem leistungsstarken Objektive der C-APOCHROMAT Klasse. Sie sind in Ebnung und Farbe optimal korrigiert und erfüllen selbst höchste Anforderungen in der 3D-Mikroskopie mit konfokalem LSM, ApoTome oder 3D Dekonvolution. Die hier verwendeten Präparate befinden sich oft in einem wässrigen Medium, das einen ähnlichen Brechungsindex wie Wasser aufweist. Bei den C-APOCHROMAT Objektiven können sphärische Aberrationen, die bei unterschiedlichen Brechungsindizes von Immersions- und Einbettmedium häufig auftreten, durch einen Korrektionsring ausgeglichen werden. Weiterhin können durch den Korrektionsring kleinste Abweichungen der Deckglasdicke auch für unterschiedliche Temperaturen kompensiert werden. Optimale Leistungsparameter für bestmögliche Resultate.



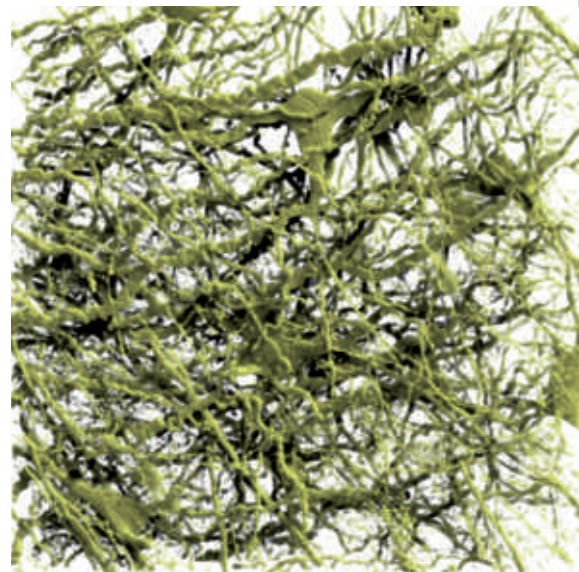
- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Wasserimmersionsobjektive mit höchsten numerischen Aperturen für die 3D-Mikroskopie; optimale Korrektur und hohe Transmission



LD C-APOCHROMAT: entwickelt für die Mehrphotonen-Mikroskopie

Das LD C-APOCHROMAT Objektiv weist einen hohen Arbeitsabstand unter Beibehaltung einer hohen numerischen Apertur von 1,1 auf. Diese Expertentechnologie eignet sich besonders für die konfokale Mehrphotonen-Mikroskopie, bei der sehr hohe Eindringtiefen durch die Verwendung infraroten Anregungslichtes erzielt werden. Aber auch mit anderen 3D-Techniken wie ApoTome und 3D Dekonvolution werden mit diesem Objektiv ausgezeichnete Resultate erzielt.



- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Für die Mehrphotonen-Mikroskopie optimiertes Objektiv mit hohem Arbeitsabstand

Abbildungseigenschaften

Die im Lichtmikroskop verwendeten Glaslinsen haben grundsätzlich Abbildungsfehler. Diese können durch geeignete optische Konstruktionen auf ein praktisch unbedeutendes Maß reduziert werden.

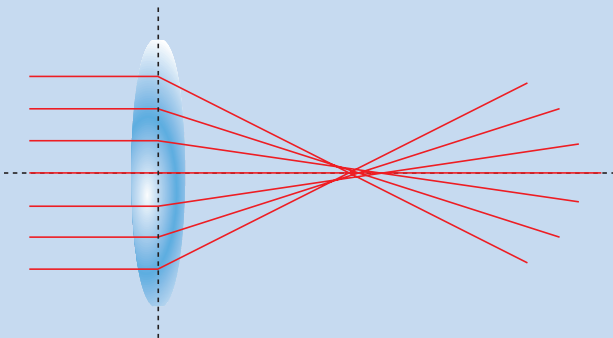
Generell versteht man unter Abbildungsfehlern (Aberrationen) Abweichungen von der idealen beugungsbegrenzten Abbildung.

Aberrationen können sich auf unterschiedliche Art und Weise im mikroskopischen Bild auswirken, z. B. durch einen reduzierten Kontrast, eine schlechte Auflösung oder geometrische Verzerrungen.

Sphärische Aberration

Die sphärische Aberration, auch Öffnungsfehler genannt, kann die Abbildungsqualität eines Mikroskopobjektivs erheblich beeinträchtigen.

Sphärische Aberration entsteht durch die Abhängigkeit der Brennweite einer einzelnen Linse vom Abstand der einfallenden Lichtstrahlen vom Linsenzentrum. Die Brennweite der Linse ist für Lichtstrahlen am Rand kürzer als für Strahlen nahe der optischen Achse. Daher entsteht kein Fokuspunkt, sondern eine Fokuslinie entlang der optischen Achse. Dies führt zu einer Reduzierung des Abbildungscontrastes und der Abbildungsschärfe (siehe Abbildung). Besonders empfindlich gegenüber diesem Bildfehler sind stark vergrößernde Trockenobjektive mit hoher numerischer Apertur.



Grundsätzlich ist es möglich, diesen Fehler im Objektiv zu korrigieren. Diese Korrektur kann fest oder, wie bei den Korr.-Objektiven, flexibel ausgeführt sein.

Die sphärische Aberration wird nicht nur durch die optischen Eigenschaften eines Objektivs, sondern auch durch die Eigenschaften des Deckglases und des Einbettmediums stark beeinflusst. Deshalb wird bei stark vergrößernden Objektiven hoher Apertur das Deckglas als Bestandteil des optischen Systems betrachtet und eine Normdicke von 0,17 mm verlangt.

In der Praxis verstärken vor allem zwei Faktoren die sphärische Aberration beträchtlich:

1. Der Brechzahlunterschied zwischen Immersionsmedium und Einbettmedium. Je stärker die Brechzahl des Immersionsmediums von der Brechzahl des Einbettmediums abweicht, umso stärker ist die sphärische Aberration. Ein Objektiv, das z. B. für Ölimmersion ($n = 1,52$) berechnet ist, weist daher eine starke sphärische Aberration auf, wenn Präparatstrukturen in wässriger Lösung ($n = 1,33$) abgebildet werden.
2. Der Abstand zwischen Deckglas und der zu untersuchenden Präparatstruktur. Generell nimmt die sphärische Aberration mit steigender Probentiefe zu. Idealerweise befindet sich das Präparat daher unmittelbar unter dem Deckglas.

Bei Objektiven, die ohne Korrektionsring ausgeführt sind, sollte daher darauf geachtet werden, die empfohlene Deckglasdicke einzuhalten und die Brechzahl des Einbettmediums an die Brechzahl der Objektivimmersion anzupassen. Andernfalls erhält man ein kontrastarmes Bild mit schlechter Auflösung.

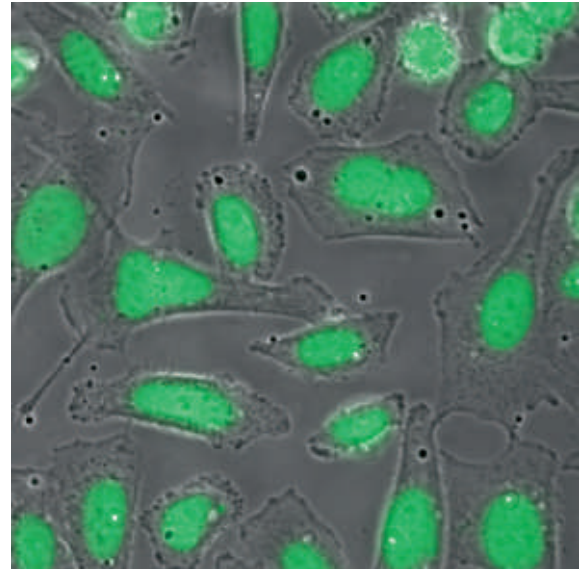
Bei Objektiven mit Korrektionsring können abweichende Werte der Deckglasdicke und Brechzahlunterschiede zwischen Objektivimmersion und Einbettmedium ausgeglichen werden. Zudem lässt sich die zunehmende sphärische Aberration bei der Abbildung tiefliegender Strukturen in dicken Proben korrigieren.

Live Cell Imaging



LCI Plan-NEOFLUAR: flexibel mit Immersion

Ganz gleich, ob Wasser, Glycerin oder Öl – für das Live Cell Imaging (LCI) mit höchsten numerischen Aperturen und damit optimaler Auflösung werden die LCI Plan-NEOFLUAR Objektive mit und ohne Deckglas eingesetzt. Die Objektive dieser Baureihe lassen sich immer flexibel an den Brechungsindex des Kultur- bzw. Einbettmediums anpassen. Dadurch werden sphärische Aberrationen ausgeschlossen und damit ein Verlust in der Abbildungsqualität durch unterschiedliche Brechungsindices von Immersion und Einbettmedium. Mit der LCI Plan-NEOFLUAR Baureihe können außerdem lebende Zellen bei physiologischen Bedingungen von 37° C beobachtet werden – unter optimalen optischen Voraussetzungen. Mit nur einem Korrektionsring können Immersion, Deckglasdicke und Temperatur entsprechend eingestellt werden. Die Ausführung i LCI Plan-NEOFLUAR mit Isolationsring ist besonders geeignet für Inkubation.



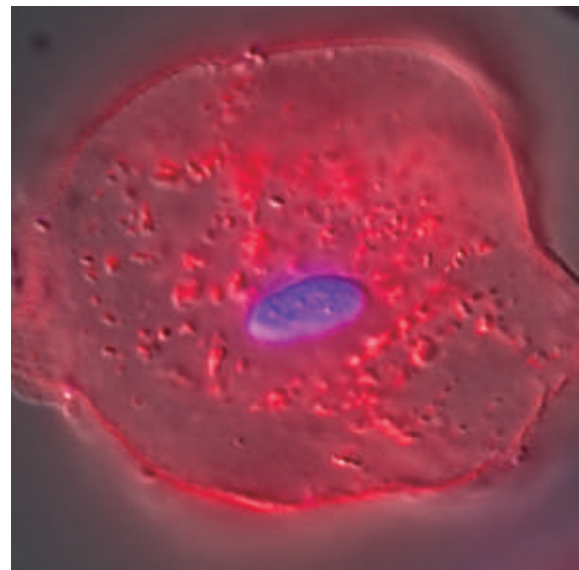
- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Flexibles Objektiv für das Live Cell Imaging mit und ohne Deckglas für Öl-, Glycerin- oder Wasserimmersion



LD LCI Plan-APOCHROMAT: Multitasking für das Live Cell Imaging

Dieses Objektiv wurde für höchste Anforderungen im Live Cell Imaging entwickelt. LD LCI Plan-APOCHROMAT bietet neben den genannten Leistungsmerkmalen aller LCI Objektive einen ausgesprochen großen Arbeitsabstand von 0,57 mm. Mit diesem Arbeitsabstand kann durch dickere Präparate, wie z. B. durch einen Hirnschnitt oder einen Whole Mount Embryo, fokussiert werden. Farbkorrektur und Bildfeldebhnung sind sogar identisch mit der Plan-APOCHROMAT Reihe und markieren maximalen Leistungsstandard – trotz des hohen Arbeitsabstandes. Höchste Qualität für höchste Sicherheit in der wissenschaftlichen Analyse.



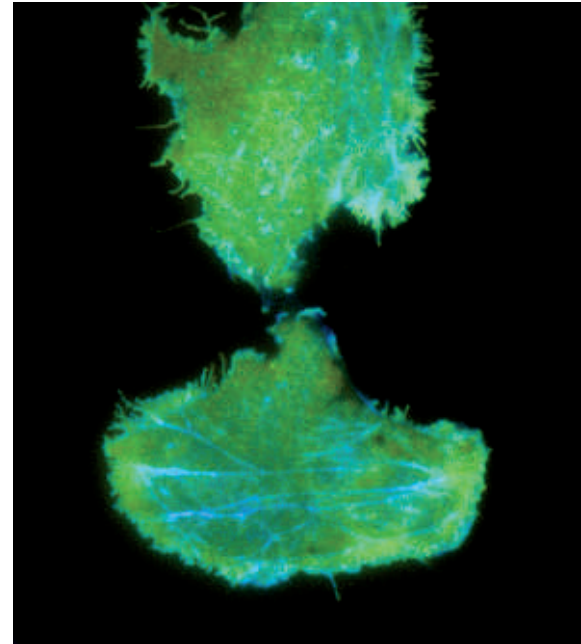
- Sehfeld: 25 mm
- Ebnung: ★★★★★
- Farbkorrektur: ★★★★★

Flexibles Multi-Immersionsobjektiv mit großem Arbeitsabstand für das Live Cell Imaging



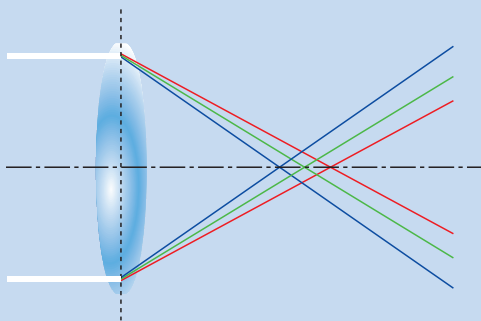
**α Plan-FLUAR 100x und
 α Plan-APOCHROMAT 100x: machen Sie
die Zellmembran sichtbar**

Das Fluoreszenzverfahren TIRF (Total Internal Reflection Fluorescence) verlangt nach Objektiven mit ganz besonderen Eigenschaften. Bei dieser Methode werden Fluoreszenzmoleküle in einer dünnen Schicht direkt an der Deckglasoberfläche angeregt. Molekulare Mechanismen im Umfeld der Zellmembran, wie z. B. Transportprozesse, werden so sichtbar – bei Schichtdicken unter 200 nm. Ein entsprechendes Objektiv muss neben hohem Kontrast und hoher Auflösung auch eine hohe numerische Apertur von mindestens 1,45 aufweisen. Carl Zeiss hat für TIRF die beiden Objektive α Plan-FLUAR 100x mit einer numerischen Apertur von 1,45 und α Plan-APOCHROMAT 100x mit einer numerischen Apertur von 1,46 entwickelt. Beide Objektive weisen ausgezeichnete Transmissionseigenschaften ab 340 nm auf und sind aufgrund ihrer extremen numerischen Apertur auch für konventionelle Fluoreszenzverfahren mit maximaler Auflösung bestens geeignet.



Chromatische Aberration

Einfache Linsen haben für unterschiedliche Wellenlängen, d. h. unterschiedliche Lichtfarben, verschiedene Brennweiten. Dieses Phänomen wird als Farbstreuung (Dispersion) bezeichnet. Chromatische Aberration macht sich durch schmale rötliche oder grünliche Farbsäume um Präparatstrukturen störend bemerkbar.



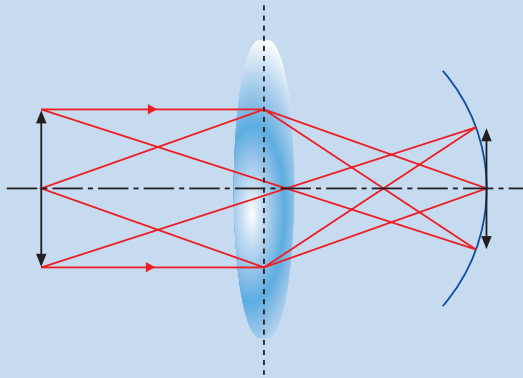
Dieser Farbfehler kann durch geeignete Wahl der Glassorten mit unterschiedlichen Dispersionswerten nahezu vollständig behoben werden. Von praktischer

Bedeutung ist die chromatische Aberration, weil mit zunehmender Objektivapertur nicht nur das Objekt schärfer, sondern damit auch die Farbfehler deutlicher abgebildet werden. Daher stellen hochauflösende Mikroskopobjektive höchste Anforderungen an die Beseitigung der Farbfehler. Je nach Korrektionsgrad unterscheidet man mit zunehmender Farbfehlerbeseitigung ACHROMATE, Fluorit-Objektive und APOCHROMATE.

Bei Carl Zeiss werden APOCHROMATE für bis zu 7 Wellenlängen von UV bis IR vollständig farbkorrigiert. APOCHROMAT Objektive sind praktisch frei von Farbsaumspuren. Sie sind erstmals bei Carl Zeiss 1886 von Ernst Abbe berechnet worden. Die Korrektur der chromatischen Aberration ist durch die Auswahl des verwendeten Objektivtyps festgelegt und kann in der Praxis kaum beeinflusst werden. Lediglich der Gebrauch eines falschen Immersionsmittels (z. B. Anisol anstelle von Immersionsöl) führt zu verstärkt wahrnehmbaren Farbsäumen.

Bildfeldwölbung

Durch den Effekt der Bildfeldwölbung wird eine flache Struktur auf einer gewölbten Fläche abgebildet.



Dieser Bildfehler lässt sich durch geeignete Wahl der Linsenkrümmungen im Objektiv vollständig beheben. Objektive mit geebnetem Bildfeld tragen die Silbe „Plan“ in der Bezeichnung. Objektive mit vollständig geebnetem Bildfeld wurden 1938 von Hans Boegehold bei Carl Zeiss erfunden. Je nach Farbkorrektur kennt man Plan-ACHROMAT, Plan-Fluorit und Plan-APOCHROMAT Objektive.

In der Praxis ist die Bildfeldwölbung besonders störend bei planen Präparaten wie Blutausstrichen oder histologischen Schnitten. Moderne Objektive der Plan-NEOFLUAR und Plan-APOCHROMAT Klasse sind bis zu einem Sehfeld von mindestens 25 mm vollständig geebnet.

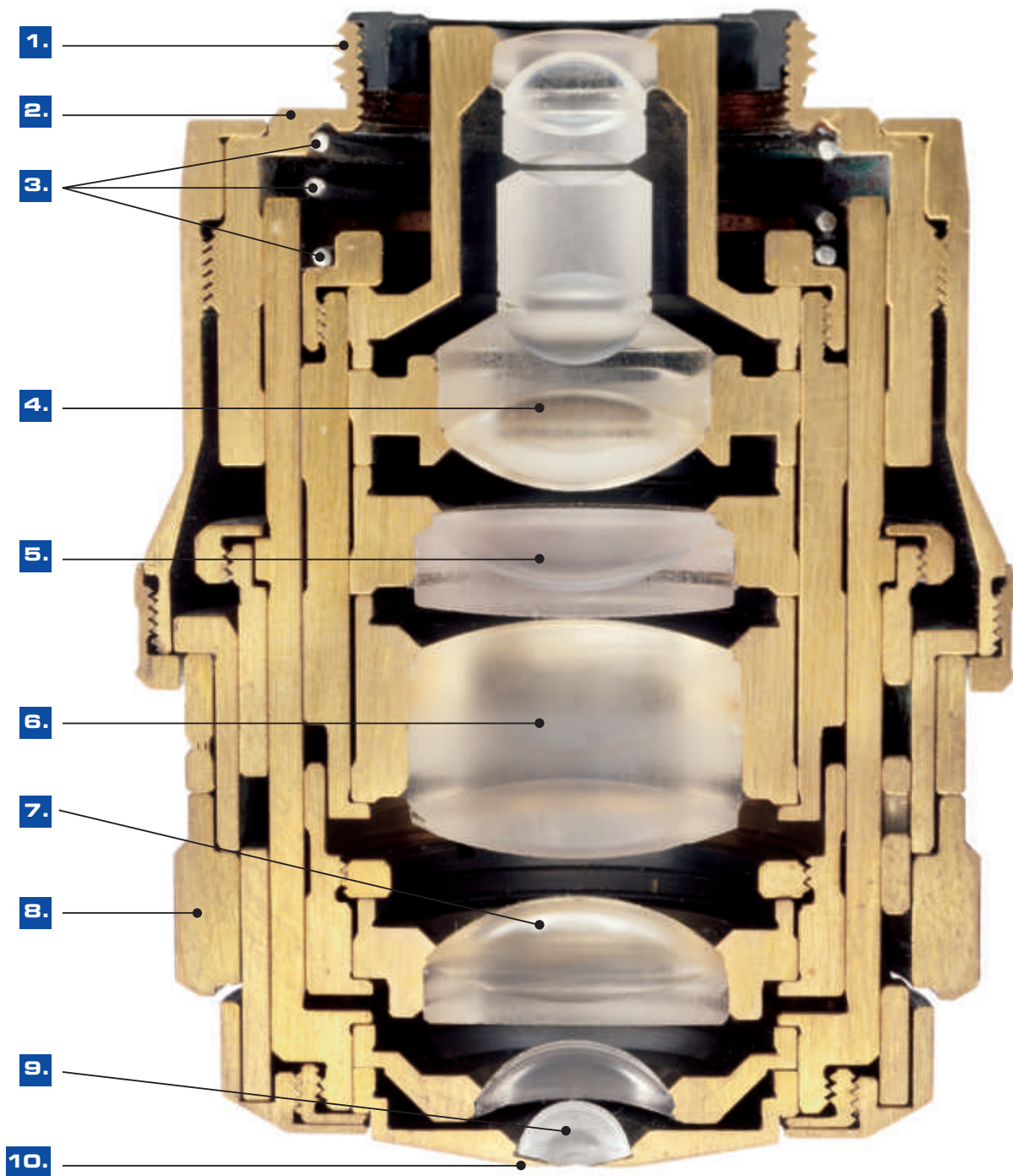
Deckgläser und Einbettmittel

Deckgläser haben einen entscheidenden Einfluss auf die Abbildungsqualität eines Mikroskops, da sie optischer Bestandteil des Objektivs sind. Viele Objektive sind für eine Deckglasdicke von exakt 0,17 mm gerechnet. Für Sonderzwecke, z. B. Ausstrichpräparate, gibt es auch Objektive für unbedeckte Objekte (Deckglasdicke = 0). Weicht jedoch die Dicke der verwendeten Deckgläser vom berechneten Wert ab, führt dies zu einer deutlich wahrnehmbaren Bildverschlechterung durch sphärische Aberration. Zu beachten ist auch, dass die Schichthöhe des Einbettmediums ebenfalls in die optisch wirksame Deckglasdicke mit eingeht. In der Praxis macht sich eine abweichend wirksame Deckglasdicke ab einer numerischen Apertur von 0,35 bemerkbar. Ab einer numerischen Apertur von 0,7 machen sich bereits kleinste Abweichungen ($\pm 0,01$ mm) von der vorgegebenen Deckglasdicke im Bild bemerkbar. Aus diesem Grund sind viele hochaperturige Objektive mit einem Korrektionsring ausgestattet.

In der Praxis gehen Sie zur Einstellung des Korrektionsrings bitte folgendermaßen vor:

- Stellen Sie den Korrektionsring am Objektiv auf 0,17 mm bzw. auf eine diesem Wert entsprechende Markierung.
- Verwenden Sie eine Präparatstelle mit kleinen Strukturen und möglichst hohem Kontrast. Stellen Sie diese mit dem Feintrieb scharf.
- Drehen Sie nun vorsichtig am Korrektionsring in eine Richtung und beobachten Sie die Veränderung der Abbildungsqualität – achten Sie dabei vor allem auf den Kontrast der Abbildung. Dabei geht in der Regel die Bildschärfe verloren. Diese sollte durch ständiges Nachfokussieren am Feintrieb nachgeführt werden.

Wird die Abbildung schlechter, drehen Sie den Korrektionsring wieder leicht in die entgegengesetzte Richtung und optimieren die Abbildung so lange, bis die Strukturen mit höchstem Kontrast scharf abgebildet werden.



Querschnitt eines Objektivs

- 1. Objektivgewinde
- 2. Anlagefläche des Objektivs
- 3. Federsystem für den Präparateschutz-Mechanismus
- 4.-7. Linsengruppen zur Korrektur von Bildfehlern
- 8. Korrektionsring zur Anpassung an abweichende Deckglasdicken oder Temperaturen
- 9. Frontlinsensystem
- 10. Frontlinsenfassung

