



Leitz

Phasenkontrasteinrichtung

mit Kondensor nach Heine

Hellfeld

Phasenkontrast

Dunkelfeld

ERNST LEITZ G M B H W E T Z L A R

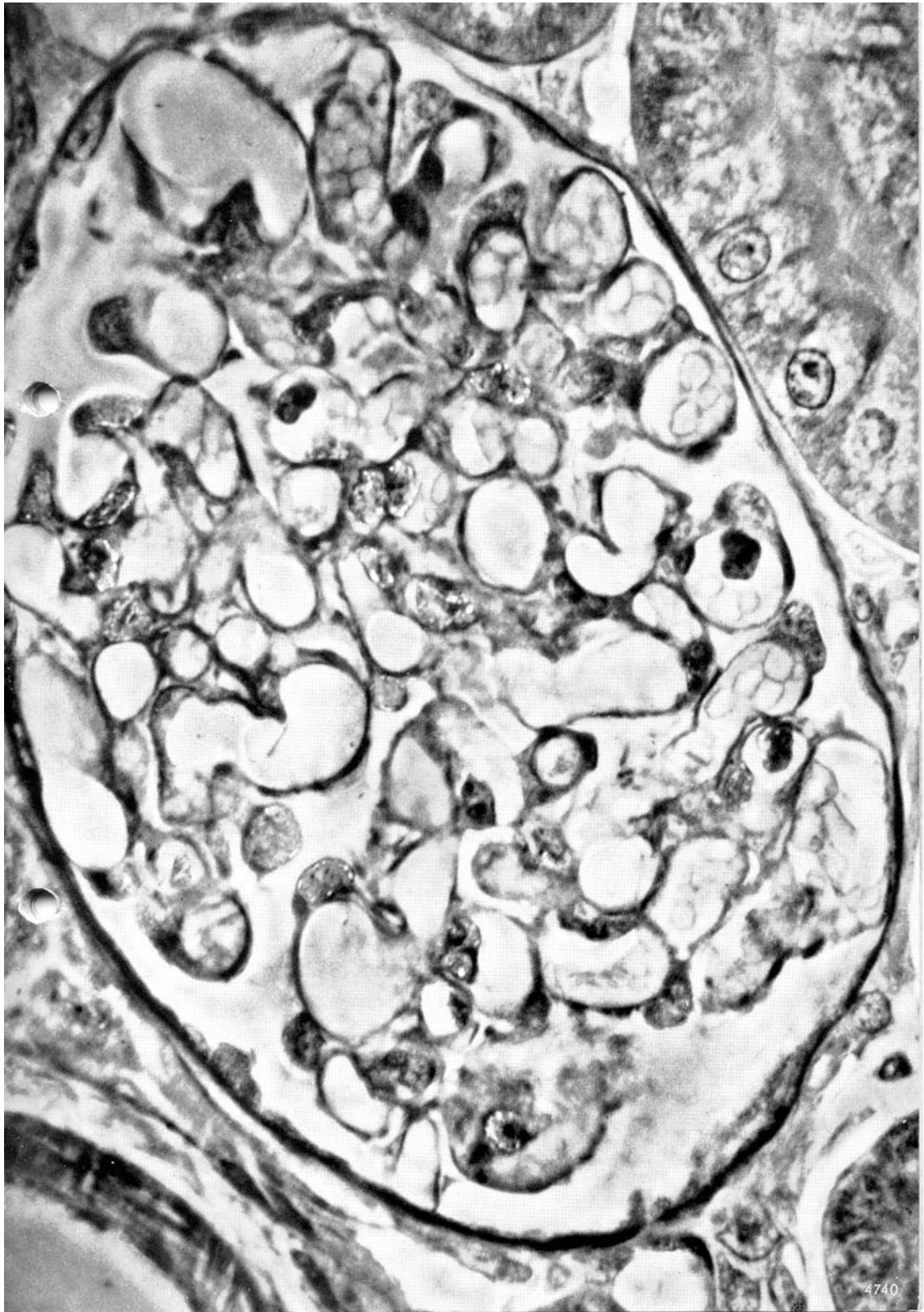
51₃-5 a

Phasenkontrasteinrichtung

Umschlagbild (Abb. 1):
Streptokokkus salivarius Kugelformen; ovale und Scheibenformen sind innerhalb der Kette erkennbar. Kultur in $\frac{1}{10}$ mm tiefer Kulturkammer auf klarem Agar unter Deckglas. Objektiv Pv Fl $\text{OI } 70/1.15 \text{ n}$. Mikroansatz MIKAS mit LEICA. **Abbildungsmaßstab 3900:1**

Abbildung 2 nebenstehend: Rattenniere, Phasenkontrast. Ungefärbter Schnitt.
Objektiv Pv Fl $\text{OI } 70/1.15 \text{ n}$; Panphot; Plattenaufnahme $9 \times 12 \text{ cm}$; **Abbildungsmaßstab 1100:1.**

Im Phasenkontrast kommen Nierenkörperchen Haupt- und Schaltstücke, Zellkern, Kernmembran und Nukleolen besonders gut zur Darstellung. Rechts oben liegt die Arteriola afferens. Die Bowmansche Kapsel, die Membrana propria und die Glomeruluschlingen sind in allen ihren Einzelheiten zu erkennen.



Über das Phasenkontrastverfahren

Unter Phasenkontrastverfahren versteht man eine neugewonnene Kunst der Lichtmikroskopie, bisher Unsichtbares sichtbar zu machen. Seine Wirkung beruht auf Überlegungen, für die F. Zernike 1953 mit dem Nobelpreis ausgezeichnet worden ist.

Die meisten biologischen Präparate sind ungefärbt voller Strukturdetails, die sich nur in Brechzahl und Dicke, nicht aber in der Lichtdurchlässigkeit von ihrer Umgebung unterscheiden. Durch diese Bereiche laufende Lichtwellen bleiben gegenüber den Lichtwellen, die das Umfeld passieren, ein wenig zurück oder eilen ein wenig vor. Diese Phasenverschiebung findet sich im mikroskopischen Bild des Objekts wieder. Sehen oder fotografieren kann man aber die Strukturdetails eines „Phasenobjektes“ nicht; Auge und Platte registrieren nur Farb- bzw. Helligkeitsunterschiede, nicht aber Phasenunterschiede.

Was wir bei der üblichen „Hellfeldbeobachtung“ im Mikroskop sehen, sind „Amplitudenobjekte“, sind Strukturelemente, die durchlaufende Lichtwellen mehr oder minder geschwächt haben und die nun mehr oder minder dunkel im Bildfeld erscheinen. Nur im Dunkelfeld oder bei schiefer Beleuchtung kann man die Umrisse – jedenfalls von dickeren Phasenobjekten – ahnen. Will man aber ihre Struktur an wirklich kontrastreichen Bildern studieren, dann muß man ihre Dicken- und Brechzahl-Unterschiede durch differenzierendes Anfärben in Amplituden-, d. h. Helligkeitsunterschiede, umwandeln.

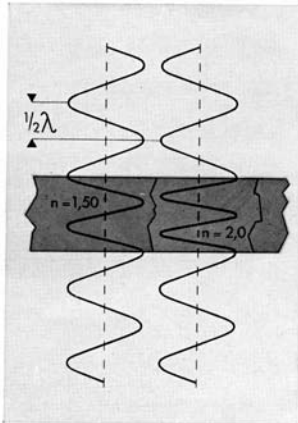
So großartig die wissenschaftlichen Ergebnisse der Hellfeldmikroskopie an gefärbten Präparaten auch sind, diese Präparationstechnik des Fixierens und Färbens, mit der wir Phasenobjekte zu Amplitudenobjekten machen, ist ein gefährlicher Eingriff. Es ist ein Eingriff, der morphologische Details unkontrollierbar verändern kann, und den kaum ein Präparat lebend übersteht.

Das Phasenkontrastverfahren von Zernike hat dieses Übel beseitigt: Brechzahl- und Dickenunterschiede im unveränderten und lebenden Präparat erscheinen unmittelbar als Hell-Dunkel-Kontraste. Auch mit dem Zernike-Verfahren machen wir Phasenobjekte zu Amplitudenobjekten. Aber nicht mehr durch einen chemischen Eingriff ins Präparat, sondern durch einen optischen Eingriff in den Strahlengang, einen Eingriff, der die Phasenunterschiede im Objekt in Amplitudenunterschiede, d. h. Helligkeitsunterschiede im Bild, transformiert. Dazu muß man – das erkannte

Abb. 3

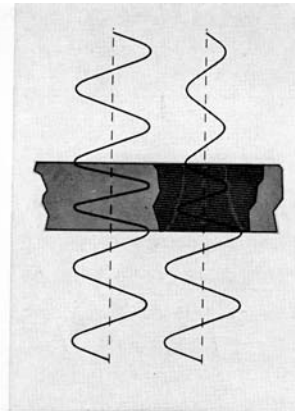
Beispiel für ein reines Amplitudenobjekt: Die durchlaufende Welle wird durch ein Strukturelement geschwächt, aber nicht in der Phase verschoben.

Absorptionsfreies
Material $n = 1,50$

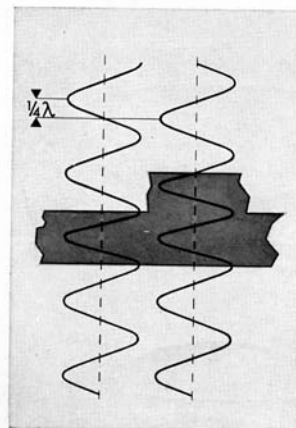


Beispiel für ein Phasenobjekt: Die durch ein Objekt größerer Brechzahl laufende Welle bleibt zurück
(hier $1/2$ Wellenlänge = $1/2 \lambda$)

Beispiel für ein Phasenobjekt: Die durch einen dickeren Bereich des Objekts gelaufene Welle bleibt zurück
(hier $1/4$ Wellenlänge = $1/4 \lambda$)



Absorbierendes
Material
 $n = 1,50$



Zernike – im Mikroskop das direkte, nicht am Objekt gebeugte Licht um $1/4$ Wellenlänge voreilen lassen oder zurückhalten gegenüber dem gebeugten Licht, wobei eine zusätzliche Schwächung des direkten Lichtes noch mehr Kontrast gibt. – Diese Operation ist möglich. Das direkte Licht vereinigt sich nämlich, nachdem es das Objekt passiert hat, in der hinteren Brennebene des Objektivs. Das gebeugte Licht dagegen ist im allgemeinen über die ganze hintere Brennebene verteilt. Hat man im Kondensator eine ringförmige Aperturblende, so erscheint das direkte Licht in der

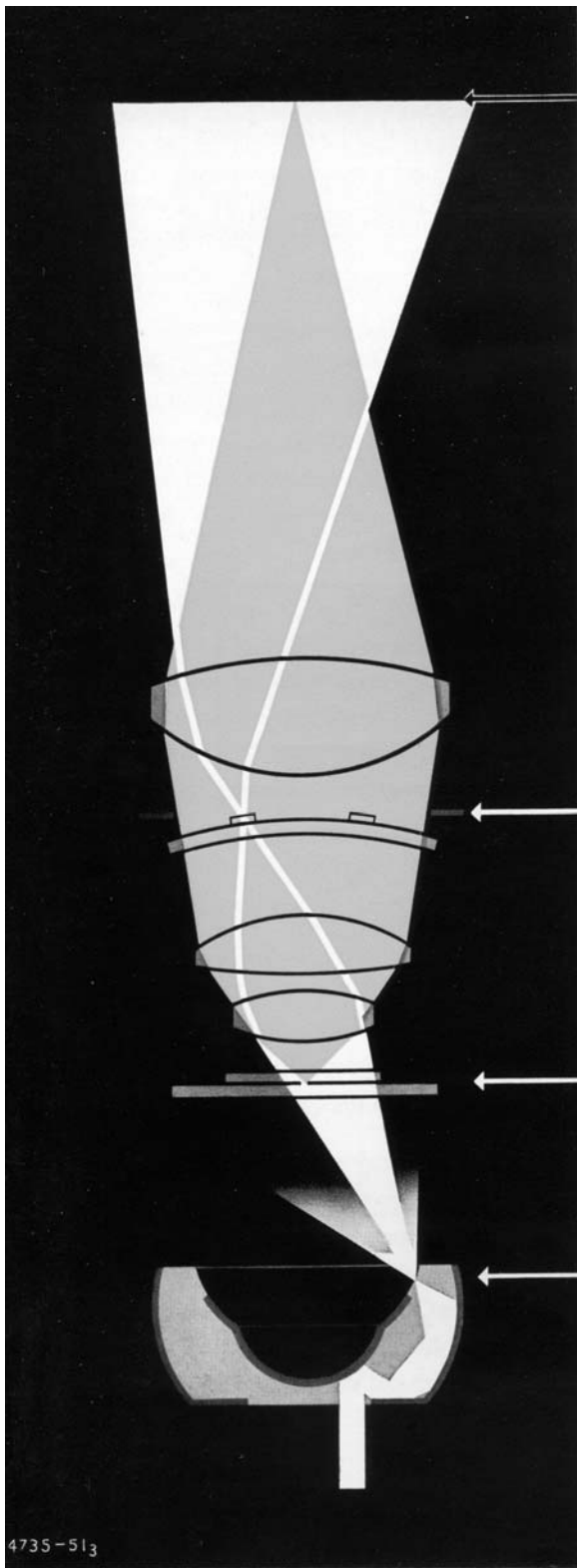


Abb. 4

Die Überlagerung des direkten Lichts – am Phasenring $\frac{1}{4}$ Wellenlänge voraus-eilend und zugleich geschwächt – mit dem am Objekt gebeugten Licht ergibt im Bildfeld positiven Phasenkontrast. Ein optisch dichteres Objekt erscheint dunkel auf hellem Grund.

Der Phasenring läßt das in der Apertur-ebene ringförmig zusammengefaßte Beleuchtungs-bündel um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge voraus-eilen und schwächt es gleichzei-tig. Das am Objekt gebeugte Licht ist über die hintere Brennebene verteilt. Es wird vom Phasenring praktisch nicht beeinflußt.

Am Objekt wird Beleuchtungslicht abge-beugt (grün gezeichnet) und an einem Phasenobjekt zugleich gegenüber dem direkten Licht in der Phase verschoben.

Das Beleuchtungs-bündel tritt als weit geöffneter Hohlkegel aus dem Spiegel-körper des Heine-Kondensors. Um das Bild übersichtlich zu halten, ist nur eine Hälfte des Beleuchtungslichts gezeichnet.

hinteren Objektivbrennebene in einem Lichtring. Dorthin legt man den Phasenring, ein ringförmiges Plättchen geeigneter Dicke und Absorption. Läßt dieser Phasenring das durch ihn strömende Licht um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge voreilen und schwächt es zugleich, dann entsteht bei der Überlagerung von direktem und gebeugtem Licht im Bildfeld „positiver Phasenkontrast“. Objekte, die größere Dicke und Brechzahl haben als ihre Umgebung, erscheinen im allgemeinen im Bild dunkler, Objekte mit kleinerer Brechzahl und Dicke heller als das Umfeld. Hält der Phasenring das direkte Licht um $\frac{1}{4}$ Wellenlänge zurück, so entsteht „negativer Phasenkontrast“ mit den umgekehrten Kontrastverhältnissen.

Jeder Mikroskopiker, der am Phasenkontrastmikroskop erlebt, wie kaum geahnte Details eines lebenden Präparates voller Kontraste und scheinbar plastisch vor ihm liegen, spürt, wie wertvoll dieses Verfahren ist. Er wird nicht mehr darauf verzichten wollen. Einen Wunsch wird er allerdings noch haben: Das Bild im Phasenkontrast vergleichen zu können mit dem vertrauten Bild der klassischen Beleuchtungsarten, also insbesondere mit dem normalen Hellfeld und dem Dunkelfeld, ohne die Beobachtung unterbrechen zu müssen. Denn wenige Präparate enthalten nur Phasenobjekte. Meist sind Strukturdetails, die die Phase verschieben, durchmischt und überlagert mit anderen, die absorbieren. Und diese würde man als Amplitudenobjekte besser und kontrastreicher im Hellfeld sehen. Andere würden vielleicht im Dunkelfeld klarer hervortreten.

Diesen Wunsch, ein Präparat je nach seiner Struktur und je nachdem, was besonders interessiert, im günstigsten Beobachtungsverfahren studieren zu können, erfüllt die LEITZ-Phasenkontrasteinrichtung mit dem Kondensor nach Heine.

Die **Leitz** Phasenkontrasteinrichtung

Beim Kondensator nach Heine beleuchtet das aus dem Spiegelkörper hervorquellende „Hellfeldbündel“ mit seinem weit geöffneten Lichthohlkegel das Objekt (s. Abb. S. 6 und S.14). Aus diesem Bündel schneidet das Objektiv einen schmalen Hohlkegel aus und faßt ihn in einen Lichtring in der Nähe der hinteren Brennebene des Objektivs zusammen. In der tiefsten Stellung des Spiegelkörpers ist der Durchmesser dieses Lichtrings kleiner als der Durchmesser des Phasenringes. Das direkte Licht läuft ungestört am Phasenring vorbei: Man beobachtet im Hellfeld (I). Hebt man mit dem Trieb des Heine-Kondensators den Spiegelkörper, dann klappt der vom Objektiv aufgenommene schmale Lichthohlkegel scheinbar wie eine Schere auseinander. Damit zugleich wächst der Durchmesser des Lichtrings. Wenn Lichtring und Phasenring sich decken, wird das Beleuchtungsbündel in der Phase verschoben und geschwächt. Man sieht das Präparat im Phasenkontrast (II). Wird der Lichtring weiter als der Phasenring, so hat man wieder ein Hellfeld mit konzentrischer schiefer Beleuchtung aber größerer Apertur (III), und kommt schließlich zum ersten Dunkelfeld (IV), wenn der aus dem Hellfeldbündel ausgeschnittene Lichthohlkegel an der Aperturblende des Objektivs abgefangen wird. In der höchsten Stellung des Spiegelkörpers schneiden sich dann die Strahlen eines zweiten Beleuchtungsbündels – des eigentlichen „Dunkelfeldbündels“ – im Objekt. Die Strahlen dieses Bündels werden nicht mehr vom Objektiv aufgenommen. Man hat die normale Dunkelfeldbeobachtung (V).

So kann der Beobachter, während er sein Präparat betrachtet, durch Heben und Senken des Spiegelkörpers zwischen den verschiedenen Beobachtungsarten wechseln.

Zu jeder Phasenkontrasteinrichtung gehört eine gegen das Okular auswechselbare Einstellupe, mit der die hintere Brennebene des Objektivs mit dem Phasenring und dem – je nach Kondensatorstellung engeren oder weiteren Lichtring – betrachtet wird. Damit kann der Beobachter die eben beschriebenen Beleuchtungsverfahren leicht auswählen und kontrollieren. Doch wird er bald auf dieses Hilfsmittel verzichten und am Bild selbst und an seinen Kontrasten die für ein interessantes Detail ergiebigste Darstellungsweise schnell, sicher und reproduzierbar einstellen.



Abbildung 5 Hellfeld: Speicheldrüsenchromosom von Chironomus

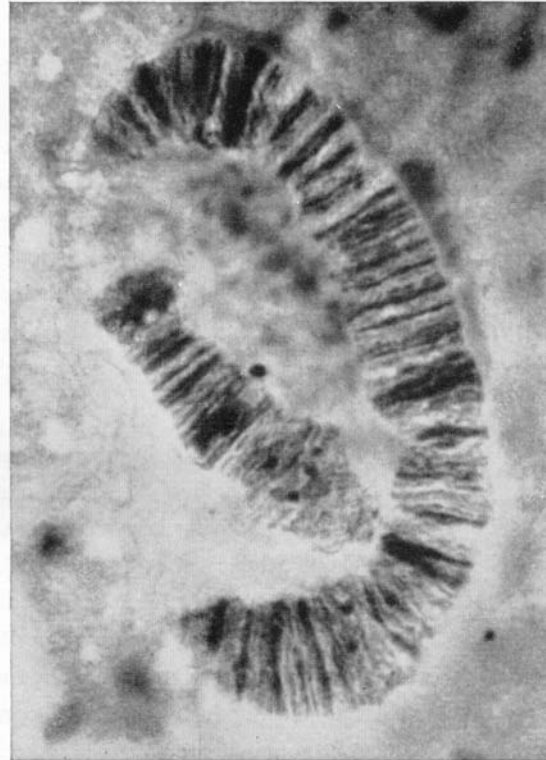


Abbildung 5a Phasenkontrast: Speicheldrüsenchromosom von Chironomus

Phasenpräparat: Ungefärbte Speicheldrüse, eingebettet in n-Methacrylsäurebutylester, der unter Zuhilfenahme eines Katalysators in ein Polymer überführt wird. Objektiv Pv Apo $\text{OI } 90/1.15n$, Abbildungsmaßstab 1830:1

Im Hellfeld ist das Querscheibemuster der Speicheldrüsenchromosomen nur andeutungsweise zu erkennen. Die Chromomerescheiben sind stärker lichtbrechend als die dazwischen liegenden Teile der Riesenchromosomen. Im Phasenkontrast treten die Scheibenstrukturen mit derselben Deutlichkeit hervor, wie bei einem gefärbten Präparat. Im Gegensatz zum gefärbten Präparat wird aber im ungefärbten Präparat die Zusammensetzung der feinen Scheibchen aus einzelnen Chromomeren weitaus deutlicher. Ebenso zeigt auch das Heterochromatin in der lebenden Zelle bei der Beobachtung im Phasenkontrast deutlicher seine „vakuolige“ Struktur. Durch die Zwischeneinstellungen des Kondensors ergeben sich für den Cytologen neue Möglichkeiten zur Darstellung von Zellstrukturen.

Anwendungsgebiete der Phasenkontrastmikroskopie

Noch immer steht an erster Stelle das ursprüngliche Anliegen an die Phasenkontrastmikroskopie: Zellen, Gewebe und Mikroorganismen sichtbar zu machen, die zu zart und die ungefärbt zu durchsichtig sind, als daß sie mit anderen mikroskopischen Verfahren dargestellt werden könnten. Bei der Beobachtung von Pilzen und Bakterien, von Algen und Protozoen, bei den Aufgaben der Embryologie und Cytologie, der Histologie und Hämatologie und bei der klinischen Diagnose ist das Phasenkontrastmikroskop ein für Forschung und Routine-Untersuchung selbstverständliches Hilfsmittel.

Aber die Möglichkeit, kleinste Dicken- und kleinste Brechzahl-Unterschiede im Hell-Dunkel-Kontrast zu beobachten, öffnete dem Phasenkontrastverfahren sehr bald auch weite Bereiche der naturwissenschaftlich-technischen Forschung. In Stichworten seien einige Möglichkeiten der Anwendung genannt: Staubforschung, Studium des Kristallwachstums und Darstellung von Emulsionen, Solen und Gelen; Brechzahlbestimmung bei Einbettung in Immersionsflüssigkeiten; Beobachtung an Fasern, Textilien und Filmen, an Kunststoffen und Gläsern; Untersuchung der Oberflächenstruktur – auch undurchsichtiger Präparate – mit Lackabdrucken; Vergleichs- und Übersichtsaufnahmen an übermikroskopischen Präparaten.

Nachweisgrenze

Bei welcher Dicke und bei welcher Brechzahl ein Phasenobjekt im Bildfeld des Phasenkontrastmikroskopes gerade eben zu erkennen ist, hängt ab von Größe und Bau des Objektes, von der Struktur des Umfeldes und von der Absorption des Phasenringes. Die Nachweisgrenze liegt bei unserem normalen positiven Phasenkontrast etwa bei einer optischen Dicke des Objektes von $\lambda/200$, also etwa bei 25 ÅE ($10 \text{ ÅE} = 1 \text{ m}\mu$). Dabei ist die optische Dicke des Objektes gegeben durch:

$$(n_{\text{Objekt}} - n_{\text{Umgebung}}) \cdot d_{\text{Objekt}}$$

Ein Beispiel: Ein Kristallblock von $2,5\mu$ Dicke (d) erscheint gerade erkennbar dunkler als sein Umfeld, wenn seine Brechzahl (n) um 0,001 größer ist als die Brechzahl der homogenen Umgebung. Dann ist

$$(n_{\text{Objekt}} - n_{\text{Umgebung}}) \cdot d_{\text{Objekt}} = 0,001 \cdot 2,5 \cdot 10^4 \text{ \AA} = 25 \text{ \AA}.$$

Kombination der Phasenkontrasteinrichtung mit herkömmlichen Beobachtungsverfahren

Mit dem Polarisationsansatz am Phasenkontrastmikroskop kann der Beobachter die Anisotropie doppelbrechender Präparate nachweisen und sich – jedenfalls qualitativ – über die Lage der optischen Achsen und das Maß der Doppelbrechung orientieren. Will er die Anisotropieerscheinung vermessen, dann genügt die Kombination von Phasenkontrast und Polarisationsansatz nicht mehr. Dann muß er zum reinen Polarisationsmikroskop greifen.

Der Mikroskopiker weiß, daß jede Variation im Beleuchtungsverfahren neue Aufschlüsse über die Feinstruktur eines Präparates bringen kann. Es ist daher unter Umständen nützlich, die Analyse im Hell- und Dunkelfeld des Heine-Kondensors durch vergleichende Beobachtungen im normalen Hell- und Dunkelfeld unter Anwendung eines Spezialkondensors zu erweitern. Man wird diese Beleuchtungsverfahren zusätzlich heranziehen, wenn im Präparat reine Phasen- und reine Amplitudenobjekte nebeneinander liegen, oder wenn ein Strukturdetail zu analysieren ist, das sowohl als Phasen- wie auch Amplitudenobjekt wirkt. So können die Pv-Objektive z. B. bei Anwendung eines Hellfeldkondensors mit Aperturblende in allen Aperturbereichen voll ausgenutzt werden. Auch bei Dunkelfeldbeobachtungen mit den Pv-Ölimmersionen kann der Dunkelfeldkondensor D 1.20 A dem Dunkelfeld des Heine-Kondensors unter Umständen vorzuziehen sein.

An allen LEITZ-Mikroskopen lassen sich die verschiedenen Kondensoren leicht gegeneinander auswechseln. Für das Forschungsmikroskop ORTHOLUX ist eine spezielle Vorrichtung für das wechselweise Einschalten zweier Kondensoren in Vorbereitung.

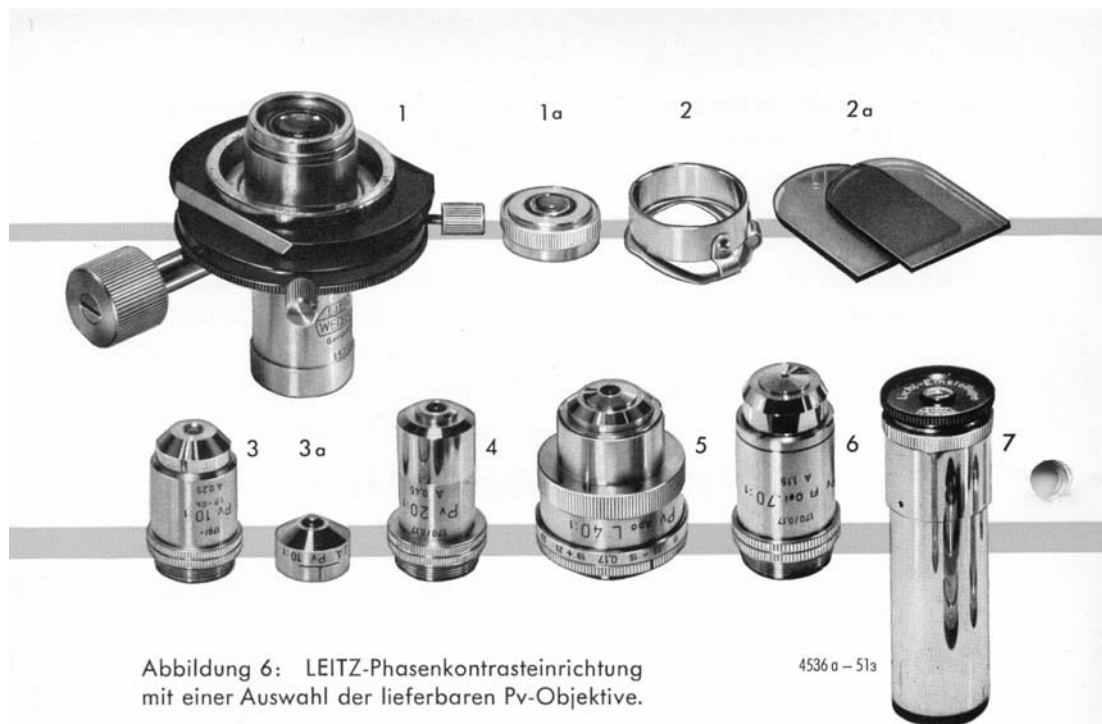


Abbildung 6: LEITZ-Phasenkontrasteinrichtung mit einer Auswahl der lieferbaren Pv-Objektive.

4536 a - 513

Die **Leitz** Phasenkontrasteinrichtung besteht aus:

Phasenkontrastkondensator nach Heine (1) mit Triebknopf zur Höhenverstellung des darin enthaltenen Spiegelkörpers (num. Apertur 0.25 bis 0.70). Durch diese Höhenverstellung werden die verschiedenen Beleuchtungsarten Hellfeld, Phasenkontrast und Dunkelfeld mit den entsprechenden Übergangseinstellungen erzielt. Zum Kondensator gehört die aufschraubbare Immersionskappe (1a) (num. Apertur 0.50 bis 1.40) für Untersuchungen mit einer Ölimmersion.

Phasenkontrastobjektive mit geeignet abgestuften Aperturen und Vergrößerungen. Abgebildet sind: Achromatisches Trockensystem Pv 10/0.25 (3); aufsteckbarer Immersionsansatz für dieses Objektiv (3a); in Verbindung mit diesem Immersionsansatz kann das Objektiv für die Vororientierung im Präparat benutzt werden, um dann unmittelbar zur Ölimmersion umzuschalten. Umgekehrt kann man auch von der Ölimmersion auf das Suchobjektiv zurückschalten. Achromatisches Trockensystem Pv 20/0.45 (4). Apochromatisches Trockensystem Pv Apo L 40/0.70 in Korrekturfassung mit automatischem Schärfenausgleich (5). Fluorit-Ölimmersion Pv Fl Öl 70/1.15 (6). Filterhalter (2) mit Tageslichtfilter und Photofilter (2a). **Einstellupe** (7).

Die Seiten 16, 17 und 20 geben einen Überblick über die lieferbaren Objektive. Auf Seite 18/19 sind empfehlenswerte Ausrüstungen zusammengestellt.

Die LEITZ-Phasenkontrasteinrichtung kann für jedes LEITZ-Mikroskop passend geliefert werden:

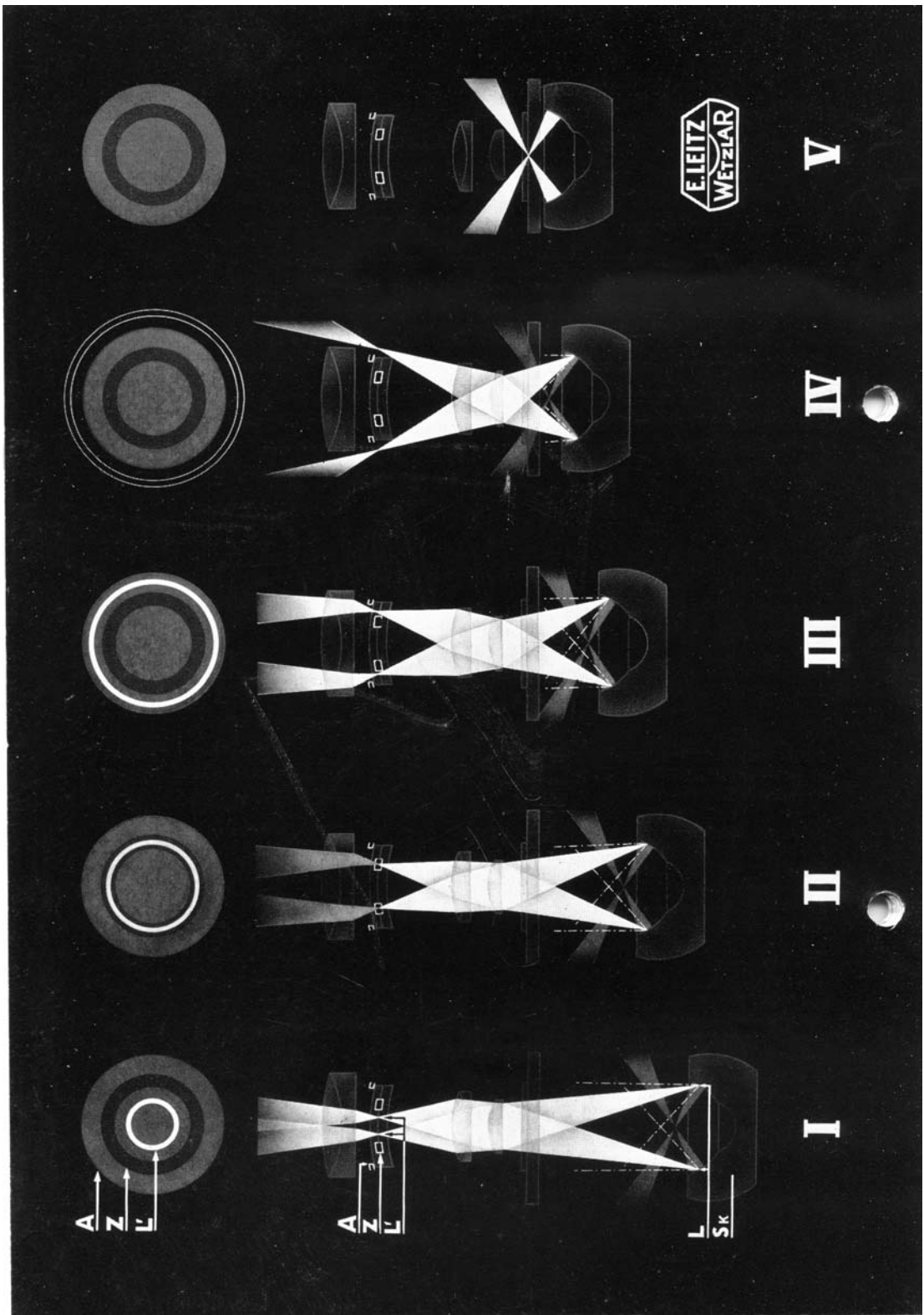
Für die Mikroskope ORTHOLUX, DIALUX und PANPHOT in der Ausführung mit Schlittenwechslung, für alle anderen mit Kondensor-Schiebehülse (Innendurchmesser der Schiebehülse 39,5 mm) ausgestatteten Stative in der Ausführung mit zylindrischer Wechselfassung.

Die günstigsten Voraussetzungen für Phasenkontrastbeobachtungen bieten Stative mit auswechselbarem Objektivrevolver. Für diese Mikroskope werden die Phasenkontrastobjektive an einem Wechselrevolver fest abgestimmt geliefert, so daß die bleibende Zentrierung der einzelnen Objektivsysteme beim Austausch dieses Revolvers gegen einen zweiten Revolver mit Normalobjektiven gewährleistet ist.

Als Mikroskopierleuchte für Stative ohne eingebaute Beleuchtung ist die Niedervoltleuchte 6 V 5 A besonders geeignet, vorzugsweise in der Ausführung MONLAFIX (siehe Sonderdruckschrift Mikro 7973a).

Das Mikroskop ORTHOLUX mit eingebauter Beleuchtung ist infolge seiner bedienungstechnischen und optischen Vorzüge das ideale Instrument für Forschungsarbeiten. Die eingebaute Lichtquelle gewährleistet eine immer gleichbleibende Zentrierung der Beleuchtung, wobei die lichtstarke Niedervoltglühlampe 6 V 5 A eine außerordentlich große Helligkeitsreserve selbst für mikrophotographische Aufnahmen bietet. Die nebenstehende Abbildung 7 zeigt das ORTHOLUX in der Ausstattung mit der LEITZ-Phasenkontrasteinrichtung, dem Phototubus mit binokularem Einblick und der Kleinbildkamera LEICA für mikrophotographische Aufnahmen.







Hellfeld **Phasenkontrast** **Hellfeld** **Dunkelfeld**

Die verschiedenen Beleuchtungsarten

in Abhängigkeit von der Stellung des Spiegelkörpers. Objektiv Pv 20/0.45. (Abb. 8)

<p>In der tiefsten Stellung <i>I</i> des Spiegelkörpers <i>SK</i> wird der durch den Kondensator erzeugte schmale Lichtring <i>L</i> nach <i>L'</i> innerhalb des Zernike-Phasenringes <i>Z</i> abgebildet. Man beobachtet im Hellfeld.</p>	<p>Beim Heben des Spiegelkörpers <i>SK</i> erweitert sich das Bild <i>L'</i> des Lichttrings, bis es von dem dunkel erscheinenden Phasenring <i>Z</i> völlig abgedeckt wird. Man hat die Einstellung <i>II</i> und Phasenkontrast nach Zernike erreicht.</p>	<p>Weiteres Heben des Spiegelkörpers <i>SK</i> läßt das Bild des leuchtenden Rings wiederum wachsen, bis es nicht mehr vom Phasenring beeinflusst wird. Diese Einstellung <i>III</i> ergibt sehr kontrastreiche Hellfeldbilder.</p>	<p>Ein abermaliges Heben läßt das Bild des Lichttrings hinter dem Rand <i>A</i> der Aperturblende verschwinden. In dieser Stellung <i>IV</i> entsteht mit dem Ring <i>L</i> als Lichtquelle ein Dunkelfeld, das verglichen mit dem normalen Dunkelfeld in vielen Fällen besondere Strukturen klar hervortreten läßt.</p>	<p>Bei Einstellung <i>V</i> schließlich wird das im Objektfeld konvergente Beleuchtungsbündel wirksam; es entsteht normale Dunkelfeldbeleuchtung.</p>
---	--	---	--	---

Der Übergang zwischen diesen charakteristischen Stellungen ist stetig.

Die Erscheinungen in der Aperturblende des Objektivs können mit der Einstellulpe beobachtet werden, die anstelle des Okulares in den Tubus eingesetzt wird. Die Scharfstellung auf den Lichttring erfolgt durch Verstellen der Augenlinse und gegebenenfalls durch teilweises Herausziehen der Einstellulpe (Verschieben des Anschlagringes). Hierbei wird zweckmäßig die Intensität der Lichtquelle etwas gedrosselt.

Phasenkontrastobjektive „n“ für positiven Phasenkontrast

Alle Objektive für positiven Phasenkontrast werden mit einem Phasenring normaler Absorption $75\% \pm 5\%$ geliefert (Kennzeichen „n“).

Das Objektiv Pv 10/0.25 n dient als Übersichtsobjektiv. Es zeigt bereits in der tiefsten Stellung des Spiegelkörpers ein Phasenkontrastbild und anschließend ein Dunkelfeldbild. Der Immersionsansatz hierzu wird benutzt, wenn gleichzeitig mit einer $\text{\textcircled{O}}$ lmmersion gearbeitet werden soll. Das Objektiv Pv 10/0.25 dient dann ebenfalls als $\text{\textcircled{O}}$ lmmersion zum Ausschuchen geeigneter Präparatstellen, wobei der Immersionsansatz denselben Abstand herstellt, auf den die $\text{\textcircled{O}}$ lmmersionsobjektive abgestimmt sind. Somit kann unmittelbar zwischen diesen Objektiven umgeschaltet werden. Für die Benutzung des Objektivs im Hellfeld ist der Kondensorträger etwas zu senken.

Das Objektiv Pv 20/0.45 n eignet sich insbesondere zum Durchmustern der Präparate in den verschiedenen Beleuchtungsarten.

Die Objektive Pv Apo L 40/0.70 n und Pv Apo L 63/0.70 n sind Apochromate, die eine Korrektur der Deckglasdicke durch die Korrektionsfassung ermöglichen. Der große freie Arbeitsabstand erlaubt auch in **den** Fällen eine gute Beobachtung, in denen dickere Deckgläser verwandt werden, wie sie z. B. für Gewebekulturen üblich sind. Diese Objektive sind daher bei Cytologen, Bakteriologen und Histologen besonders beliebt.

Das Objektiv Pv Fl $\text{\textcircled{O}}$ l 70/1.15 n ($\text{\textcircled{O}}$ lmmersion) wird vor allem dann bevorzugt, wenn es auf einen großen Arbeitsabstand ankommt. In Verbindung mit der Immersionskappe zum Phasenkontrastkondensator sind alle Beleuchtungsarten (Hellfeld, Phasenkontrast, Dunkelfeld) anwendbar. Beim Verzicht auf die Immersionskappe entfällt die Möglichkeit im peripheren Hellfeld und im Dunkelfeld zu beobachten. Der Phasenkontrastkondensator erfüllt dann noch in einem Abstand von 7 mm oberhalb der Tischebene die Apertur des Phasenringes. Somit können noch Phasenkontrastbeobachtungen in Kammern durchgeführt werden, deren oberes Deckglas 7 mm über der Tischebene liegt und bei denen auf der Unterseite des oberen Deckglases die Kulturen wachsen. In den Tropen ist als $\text{\textcircled{O}}$ lmmersionsobjektiv stets nur das Pv Fl $\text{\textcircled{O}}$ l 70/1.15 anzuwenden.

Das Objektiv Pv Apo $\text{\textcircled{O}}$ l 90/1.15 n ($\text{\textcircled{O}}$ lmmersion) ist für die Darstellung feinsten Strukturen, wie Gitterfasern, Chromosomenbau, Geißeln, Membranen usw. vorgesehen. Auch dieses Objektiv ergibt mit der Immersionskappe auf dem Kondensator am oberen Anschlag eine Dunkelfeldbeleuchtung, die vor allem orientierender Beobachtung dient.

Bei den Wasser-Immersionsobjektiven Pv WE 22/0.60 n, Pv WE 50/0.70 n und Pv WE 80/1.00 n ist der Abstand zwischen Frontlinse und Objekt so gering gehalten, daß dazwischen schwimmende Teilchen die Beobachtung praktisch nicht stören können.

Phasenkontrastobjektive „h“ für verstärkten positiven Phasenkontrast

Alle Phasenkontrastobjektive können auf Wunsch mit einem Phasenring stärkerer Absorption $88\% \pm 2\%$ geliefert werden (Kennzeichen „h“). Diese Objektive sind dann vorzuziehen, wenn der Unterschied im Brechungsindex zwischen der darzustellenden Struktur und dem Umfeld sehr gering ist. Es gelingt z. B. bei Kulturen in vivo nicht immer, eine Nährlösung mit dem geeigneten Unterschied in den Brechungsindizes zwischen Struktur und Umfeld herzustellen. Hier sind die Objektive mit einer hohen Absorption des Phasenringes besonders geeignet. So erscheinen z. B. die Mitochondrien in Gewebekulturen bei Objektiven mit normaler Absorption blaß, wenn auch sehr gut aufgelöst, während sie bei Objektiven mit höherer Absorption wesentlich deutlicher hervortreten.

Sollte der Kontrast bei der Beobachtung mit „n“- oder „h“-Objektiven nicht den Anforderungen genügen, so muß das Einbettungsmedium variiert werden.

Phasenkontrastobjektive „-h“ für negativen Phasenkontrast

Für Untersuchungen, bei denen negativer Phasenkontrast erwünscht ist, werden folgende Phasenkontrastobjektive mit einem negativen Phasenring (Kennzeichen „-h“) geliefert:

Pv 20/0.45 -h
Pv Apo L 40/0.70 -h
Pv Apo L 63/0.70 -h
Pv Fl Ol 70/1.15 -h

Auch diese Objektive besitzen einen Phasenring erhöhter Absorption $88\% \pm 2\%$. Sie kommen mit ihrer kontraststeigernden Wirkung dem subjektiven Empfinden des Beobachters durch ein „plastischeres“ Bild entgegen.

Ausrüstungen der Phasenkontrasteinrichtung

Phasenkontrastkondensator nach Heine, mit Zahntrieb zur Höhenverstellung des Spiegelkörpers; mit auf den Kondensator aufschraubbarer Immersionskappe
 Filterhalter mit Tageslicht- und Photofilter
 Einstellupe
 Behälter zur Aufnahme des Kondensators mit vier Objektiven
 Phasenkontrastkondensator Nr. 74 (für Schlittenwechslung)
 Phasenkontrastkondensator Nr. 75 (für Schieberhülsenwechslung)

Kondensorausführung für
 Schlittenwechslung | Schieberhülsenwechslung

P _H AKY	PHARF*
P _H HAFT	PHAFT
PHADS	PHADS
<u>PHAMB</u>	<u>PHAMB</u>
PFAHT	
	PFAGS

Empfehlenswerte optische Ausrüstungen C für Phasenkontrast**

Optische Ausrüstung C 1

(für Dünnschnitt-Histologie, Bakteriologie und Cytologie)

Achromatisches Objektiv Pv 20/0.45
 Apochromatisches Objektiv Pv Apo L 40/0.70
 Fluorit-Immersion Pv Fl OI 70/1.15
 Apochromatische Immersion Pv Apo OI 90/1.15
 Periplan-Okulare 8 x und 12 x

160 – 1080-fach FOACS-FE	200 – 1350-fach FOADT-FE
-----------------------------	-----------------------------

Optische Ausrüstung C 2

(für allgemeine Histologie, nur mit Trockenobjektiven)

Achromatische Objektive Pv 10/0.25, Pv 20/0.45
 Apochromatische Objektive Pv Apo L 40/0.70, Pv Apo L 63/0.70
 Periplan-Okulare 6 x, 8 x und 12 x

60 – 760-fach FOAHX-FE	75 – 950-fach FOAJY-FE
---------------------------	---------------------------

* Innendurchmesser der Schieberhülse 39,5 mm. Für das Kursmikroskop Stativ H ist bei Verwendung der Phasenkontrasteinrichtung ein Verlängerungsstück zum Spiegelhalter erforderlich

PHEDT

** Wenn nicht anders bestellt, werden Phasenkontrastobjektive „n“ geliefert.

Optische Ausrüstung C 3

(für allgemeine Histologie, mit Immersion)
 Achromatische Objektive Pv 10/0.25, Pv 20/0.45
 Aufsteckbarer Immersionsansatz
 zum Objektiv Pv 10/0.25
 Achromatisches Objektiv Pv Apo L 40/0.70
 Fluorit-Immersion Pv FI OI 70/1.15
 Periplan-Okulare 6x, 8x und 12x

Bestellworte
 und Vergrößerungsbereich
 monokular binokular

60 – 840-fach
 FOALB-FE 75 – 1050-fach
 FOAMC-FE

Optische Ausrüstung C 4

für Bakteriologie
 (allgemeine Morphologie und Physiologie der
 Bakterien sowie Gewebezüchtung)
 Achromatisches Objektiv Pv 20/0.45
 Achromatische Objektive Pv Apo L 40/0.70,
 Pv Apo L 63/0.70
 Fluorit-Immersion Pv FI OI 70/1.15
 Periplan-Okulare 8x und 12x

160 – 840-fach
 FOAND-FE 200 – 1050-fach
 FOAPF-FE

Optische Ausrüstung C 5

(für Untersuchungen von Wasserkulturen)
 Achromatisches Objektiv Pv 10/0.25
 Aufsteckbarer Immersionsansatz zum
 Objektiv Pv 10/0.25, Pv WE 22/0.60,
 Pv WE 50/0.70, Pv WE 80/1.00
 Periplan-Okulare 8x und 12x

80 – 960-fach
 FOECT 100 – 1200-fach
 FOEHY

Optische Ausrüstung C 6

(für Untersuchungen allgemeiner Art ohne
 Rücksicht auf die Natur des Objektes)
 Achromatisches Objekt Pv 10/0.25,
 Aufsteckbarer Immersionsansatz
 zum Objektiv Pv 10/0.25,
 Achromatisches Objektiv Pv 20/0.45
 Achromatisches Objektiv Pv Apo L 40/0.70
 Achromatische Immersion Pv Apo OI 90/1.15
 Periplan-Okulare 8x und 12x

80 – 1080-fach
 FOARG-FE 100 – 1350-fach
 FOEBS-FE

Optische Ausrüstung

für Untersuchungen von Gewebezüchtungen
 und für kinematographische Aufnahmen
 Ausrüstungen C 1 bis C 6, jedoch mit
 Phasenkontrastobjektiven „h“.

Die Objektive können auch in beliebiger
 Zusammenstellung gemäß Tabelle Seite 20
 geliefert werden.

Phasenkontrast-Objektive

Art	Bezeichnung ¹⁾	Freier Arbeitsabstand	Mikrometerwert, gemessen mit Okular H 6 x	Deckglas ²⁾ Korrektur	Okulartyp ³⁾	Bestellwort	Ausführung mit Absorption		
							75 ± 5%	88 ± 2%	88 ± 2%
Trockensystem	Pv 10/0.25	5,8	15	DO	P	PHALZ	n	h	-
	Immersionsansatz zu Pv 10/0.25	0,3				PHAWK	-	-	-
Trockensystem	Pv 20/0.45	2,0	7,6	D	H (P)	PHANC	n	h	-h
Trockensystem mit besonders langem Arbeitsabstand	Pv Apo L 40/0.70 in Korrekationsfassung mit automatischem Schärfenausgleich	0,38	3,8	D!	P	PHASG-FE	n	h	-h
Trockensystem mit besonders langem Arbeitsabstand	Pv Apo L 63/0.70 in Korrekationsfassung mit automatischem Schärfenausgleich	0,35	2,4	D!	P	PERG-FE	n	h	-h
Wasser-Eintauch-Objektiv	Pv WE 22/0.60	0,05	6,5	O	P	PHESH	n	h	-
Wasser-Eintauch-Objektiv	Pv WE 50/0.70	0,05	2,8	O	P	PHEWL	n	h	-
Wasser-Eintauch-Objektiv	Pv WE 80/1.00	0,06	1,9	O	P	PHEYN	n	h	-
Olimmersion	Pv Fl Oel 70/1.15	0,20	2,0	DO	P	PHELB-FE	n	h	-h
Olimmersion	Pv Apo Oel 90/1.15	0,12	1,6	DO	P	PHATH-FE	n	h	-

¹⁾ Die Zahl vor dem Schrägstrich gibt den Abbildungsmaßstab, die Zahl nach dem Schrägstrich die Apertur an.

²⁾ D: mit Deckglas $d = 0.17$ (Deckglasdicke auf ± 0.05 mm genau einhalten), O: ohne Deckglas, DO: mit und ohne Deckglas zu verwenden.

D!: Deckglasdicke auf ± 0.01 mm genau einhalten bzw. mit der Korrekationsfassung genau einstellen.

³⁾ H = Huygens-Okulare, P = Periplan-Okulare verwenden.

Die Phasenkontrastobjektive werden auf Seite 16/17 im einzelnen charakterisiert. Sofern nicht anders angegeben, werden sie in der Ausführung „n“ geliefert. Der Preis ist für die Ausführungsformen „n“, „h“ und „-h“ gleich.

Zubehör

Für Mikroskope mit auswechselbarem Revolver ist zu empfehlen: Bestellwort

Objektivrevolver 4x, an dem die Pv-Objektive abgestimmt sind, mit Trägerstück*,

für Mikroskop B (1·4·—)	IRBAV
für Mikroskop LABORLUX II (5·4·—·—)	IRBIX
für Mikroskop LABORLUX III (7·4·—)	NADUR
für Mikroskop DIALUX (7·4·—·—)	IRBEW
für ORTHOLUX und PANPHOT (10·4·—·—)	ORKAT

Ferner liefern wir:

Mikrokulturkammer für die Beobachtung von Gewebeexplantaten und Bakterienkulturen im Phasenkontrast:

Kulturkammer ca. 0,1 mm tief	PHOLD
Kulturkammer ca. 0,01 mm tief	PHONG

Zur Erzielung guter Resultate ist die Einhaltung der richtigen Deckglasdicke (0,17 mm) von großer Bedeutung.

Zur Nachprüfung bzw. Auswahl der Deckgläser empfehlen wir:

Deckglasdickenmesser mit Teilung (ein Intervall = $\frac{1}{100}$ mm)	DIMES
---	-------

Als Ergänzung zur Phasenkontrasteinrichtung kann geliefert werden:

Polarisationseinrichtung, bestehend aus Analysator und Polarisator (Folien), in Behälter

a) mit einfachem aufsteckbarem Polarisator	KAPOP*
b) mit aufklemmbarem, ein- und ausschaltbarem Polarisator	KASAN*

für beide Einrichtungen:

Gipsplättchen rot I. Ordnung, verwendbar in Polarisatorfassung	KARAM
Glimmerplättchen $\lambda/4$, verwendbar in Polarisatorfassung	KAREN

* Bei Bestellung bitte Nummer und möglichst auch Bezeichnung des vorhandenen Mikroskopstativs angeben.

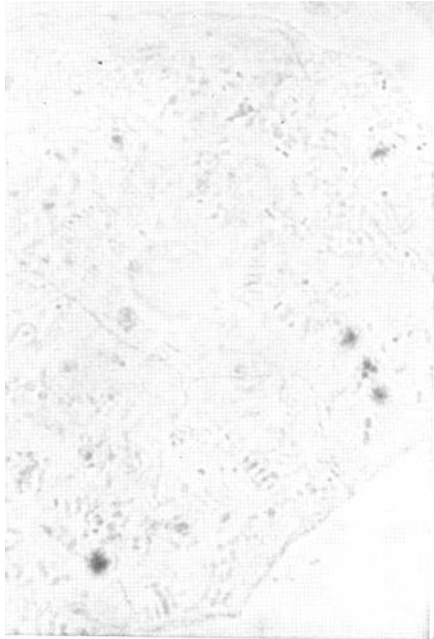
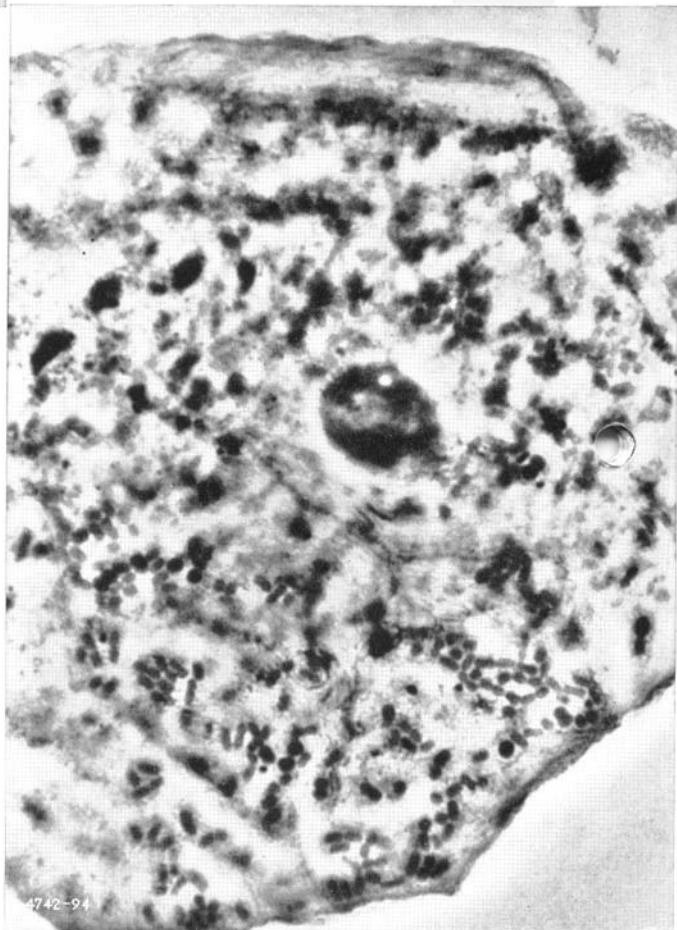


Abbildung 9a: Epithelzelle der Wangenschleimhaut, Hellfeld. Abbildungsmaßstab 1250:1

Abbildung 9b: Die gleiche Epithelzelle, jedoch Phasenkontrast. Abbildungsmaßstab 1720:1

Objektiv Pv Apo $\text{OI } 90/1.15 \text{ n}$
Mikroansatz MIKAS, LEICA.



Epithelzellen werden gern als Testobjekte benutzt. Mit einem flach zugespitzten Hölzchen werden einige Zellen von der Innenseite der Wangenschleimhaut abgekratzt, auf einen Objektträger gestrichen, ein kleiner Tropfen Wasser hinzugefügt und das Deckglas aufgelegt. Im positiven Phasenkontrast treten die Bakterien besonders dunkel hervor.

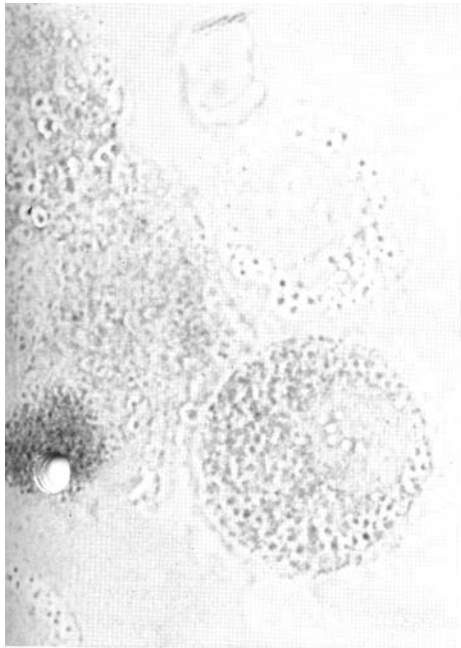
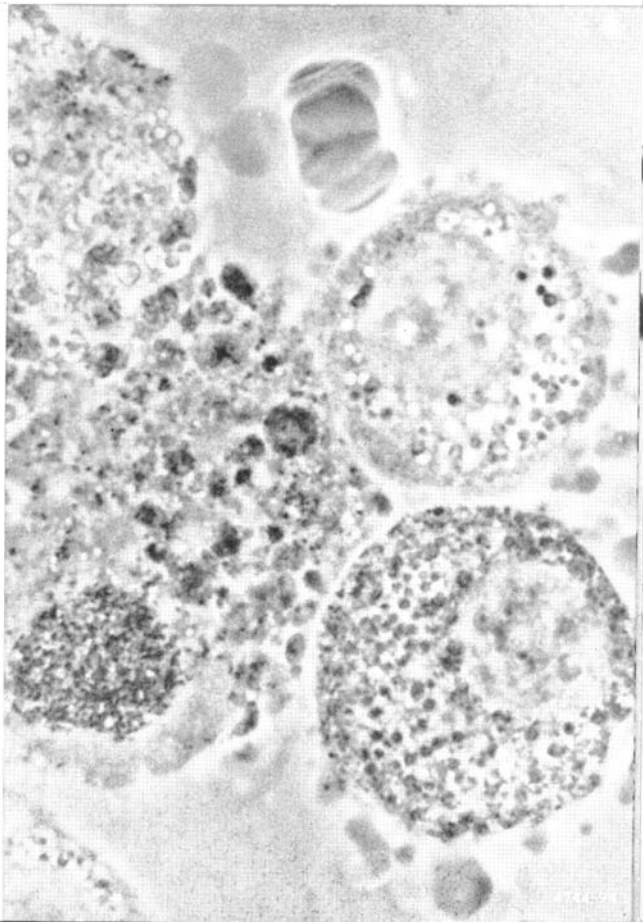


Abbildung 10a: Pleurapunktat, Hellfeld.
Abbildungsmaßstab 950:1.
Abbildung 10b: Pleurapunktat,

Phasenkontrast. Abbildungsmaßstab 1330:1
Zentrifugat aus Pleurapunktat eines Patienten
mit Pleuritis metastatica bei einem
Melanoblastom. Objektiv Pv FI ÖI 70/1.15n;
Mikroansatz MIKAS, LEICA.



Die Mitochondrien sind erst bei einer vergleichenden Hellfeld-Phasenkontrastbeobachtung von den Melaninkörnchen zu trennen. Im Phasenkontrast gelingt es, die Melaninansammlung in dem Bereich des Zellkernes zu lokalisieren. Das Zellplasma ist mit gespeicherten Abbauprodukten erfüllt. Kolloide erscheinen in Form kleiner, zentral aufgehellter Kügelchen, das Melanin im Hellfeld und Phasenkontrast als schwarze Partikel. Im Bild oben einige Erythrozyten.



Abbildung 11: Froschniere,
Phasenkontrast.
Ungefärbter Schnitt. Objektiv
Pv Fl Ol 70/1.15h; Panphot;
Plattenaufnahme 9x12 cm;
Abbildungsmaßstab 1450:1.

Die Abbildung zeigt eine Hauptstück-
zelle einer Niere von *Rana esculenta*.
Fixierung in beiden Fällen nach
Sanfelice und Ringer. Nativ-Präparat.
In diesem Präparat werden infolge
starker Absorption des Phasenringes
Mitochondrien, Kernmembran,
Nukleolen und Zellbegrenzungen
besonders kräftig abgebildet.



Abbildung 12: Spermatozyten, Phasenkontrast. Samenblasenausstrich des Regen-
wurms. Beobachtung in Ringerlösung: Objektiv Pv Apo L 63/0.70 n; Mikroansatz
MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 1250:1.

Spermatozyten 1. und 2. Ordnung und reife Spermatozoen sind gut zu erkennen. Ein Vergleich
zwischen gefärbten und ungefärbten, überlebenden, im Phasenkontrast untersuchten Ausstrichen
würde deutlich zeigen, daß durch die Fixierung und Färbung die Spermatozyten verändert werden.

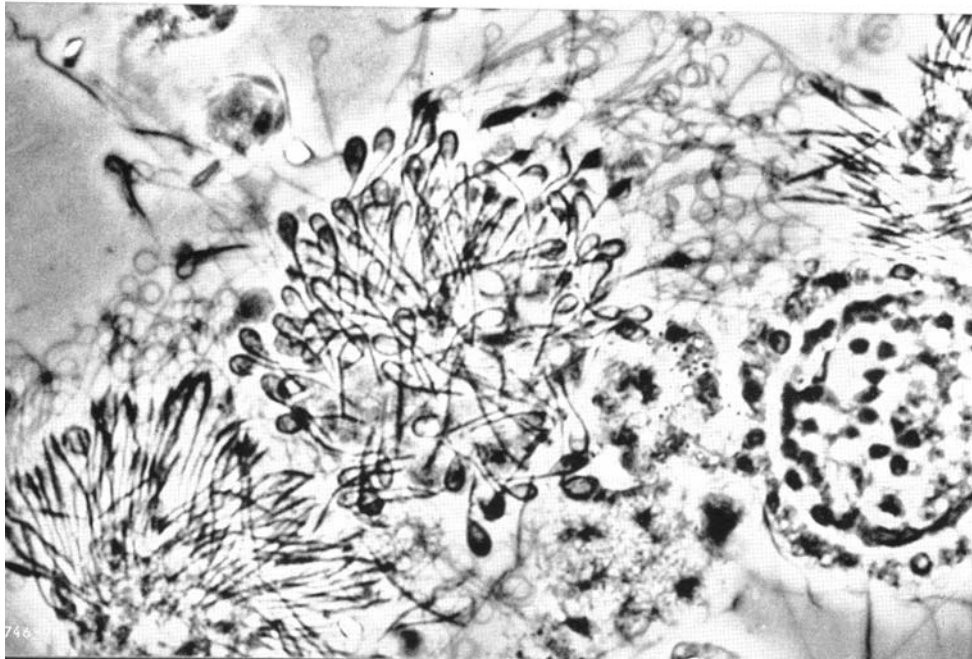


Abbildung 13: Gefrierschnitt durch ein Rinderauge, quer; Phasenkontrast. Objektiv Pv WE 50/0.70n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 700:1

Die Linsenfasern sind am regelmäßigsten etwa in der Mitte der Rindenzone. In der charakteristischen sechseckigen Form erinnern sie an Bienenwaben. Sie bilden radiäre Reihen. Die einzelnen Fasern sind von einer resistenteren Grenzschicht (Crusta) umgeben und durch eine Kittsubstanz, die mit derjenigen der Nähte identisch ist, verbunden. Diese Kittsubstanz ist immer zu erkennen. Bei höheren Vergrößerungen erkennt man in den einzelnen Fasern eine „Flockung“ des Inhaltes.

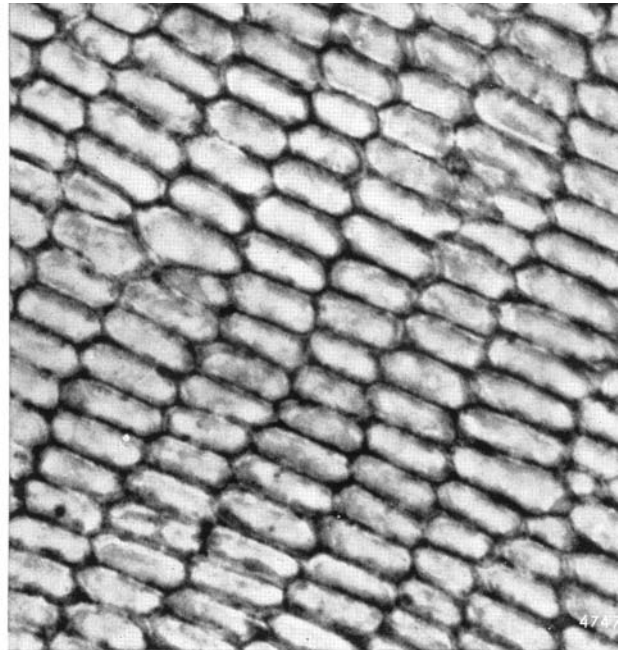
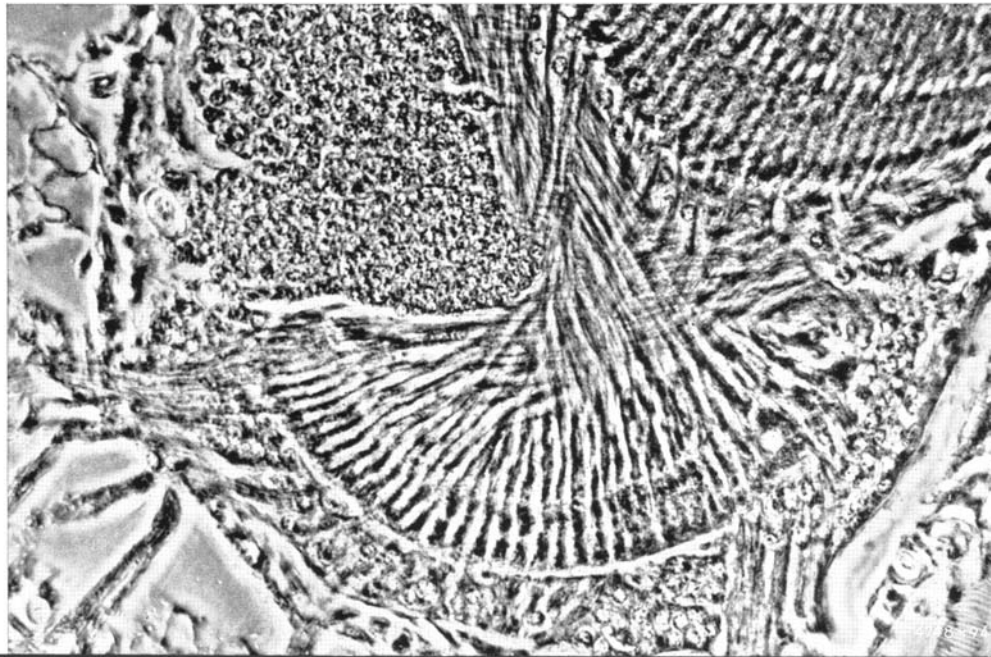


Abbildung 14: Schnitt durch die Augenregion eines Rückenschwimmers, Phasenkontrast. Objektiv Pv 20/0.45n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 400:1.

Durch die Lamina ganglionaris, die rechts oben im Bild zu erkennen ist, ziehen die Sehnervenfasern, die die Sehnervenzellen mit der Medulla externa verbinden. Unterhalb der Medulla externa folgt die zweite Überkreuzung der Sehnerven, das Chiasma interna. Die Überkreuzung der Sehnervenfasern ist besonders deutlich und der Kontrast der Zellkerne gut. Die Sehnerven münden dann in die Medulla interna ein, im Bild links unten.



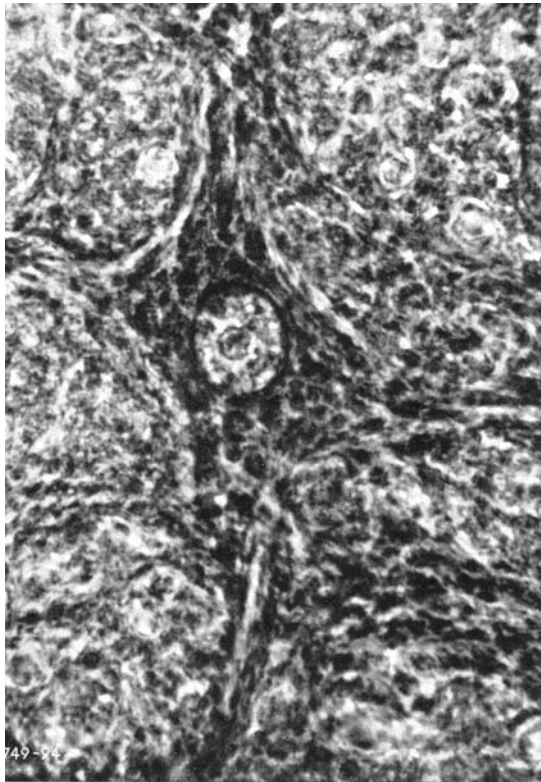


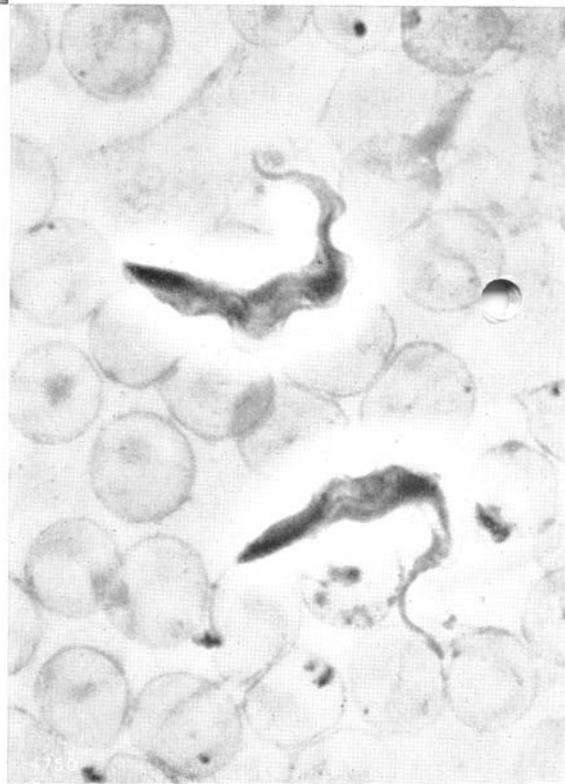
Abbildung 15: Gefrierschnitt durch das Rattenhirn, Nucleus reticularis, Phasenkontrast. Objektiv Pv Fl OI 70/1.15n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 1210:1.

Nisslsubstanz und Endofibrillen sind deutlich zu erkennen. Gegenüber den Kernen, die aufgrund von Spezialfärbungen dargestellt werden, fällt bei den phasenoptischen Untersuchungen von Gefrierschnitten die größere Ausdehnung der Kerne auf. Reiche Vakuolenbildung in den Nukleolen und Differenzen im Brechungsindex der Nukleolen verschiedener Regionen können beobachtet werden. Das Phasenkontrastverfahren bringt hier eine wesentliche methodische Erweiterung.

Abbildung 16: Blutausstrich mit Trypanosoma Brucei. Phasenkontrast. Infizierte Hausmaus, Lebendpräparat.

Objektiv Pv Apo OI 90/1.15n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 2400:1.

Für die Beobachtung von Blutausstrichen mit Deckglas eignet sich besonders das Objektiv Pv Apo L 63/0.70. Die Kontraste sind optimal. Der Hauptkern, der Blepharoplast und die daran entspringende Geißel, die als undulierende Membran am Körperende verläuft, sind deutlich zu erkennen. Besonders plastisch tritt die undulierende Membran bei Aufnahmen mit Objektiven mit negativem Kontrast hervor. Bei Ausstrichpräparaten, die ohne Deckglas untersucht werden, sind O limmersionsobjektive zu verwenden.



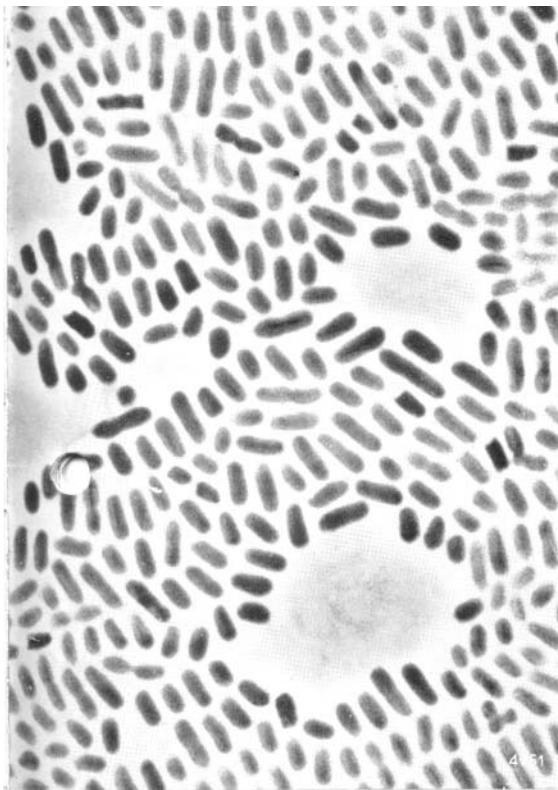


Abbildung 17: Kultur von Colibakterien. Phasenkontrast. Objektiv Pv Fl OI 70/1.15h; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 3000:1

Die Colibakterien erscheinen als sporenlöse Körper von mittlerer Größe und geringer Beweglichkeit. Die Enden sind abgerundet, das eine ist etwas schmaler als das andere, Kommabakterien. Die Kultur der Bakterien erfolgte hier in einer $\frac{1}{10}$ mm tiefen Kulturkammer auf klarem Agar unter Deckglas.



Abbildung 18: Pneumokokken-Kultur auf klarem Agar in $\frac{1}{10}$ mm tiefer Kulturkammer; Phasenkontrast. Objektiv Pv Fl OI 70/1.15n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 3400:1.

Die sporen- und geißellosen Pneumokokken sind im Phasenkontrast deutlich von der Form anderer Bakterien zu unterscheiden. In diesem Falle war der Kultur Penicillin zugesetzt worden. Dadurch trat eine Aufhellung der Bakterien ein, und es lassen sich Strukturen (dunklere Grana) im Inneren erkennen, während der Kontrast der äußeren Membran bei diesen Bakterien nachließ. Die Polkörperchen treten auch bei unbehandelten Bakterien deutlich hervor.

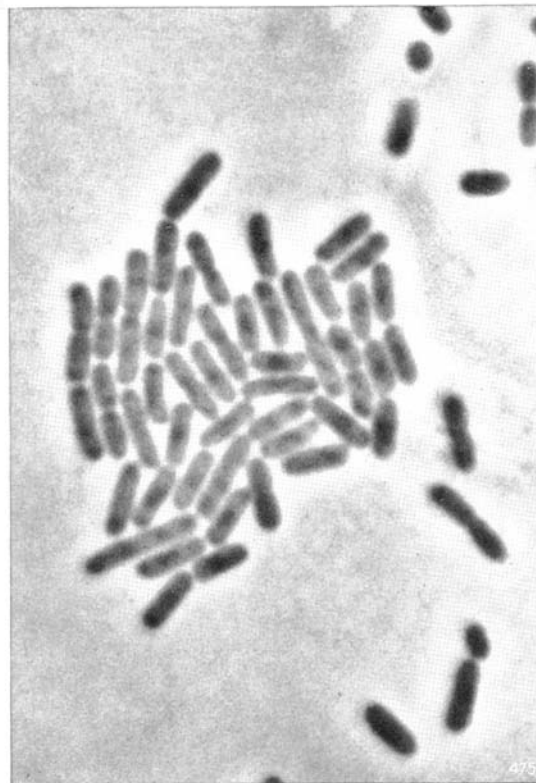


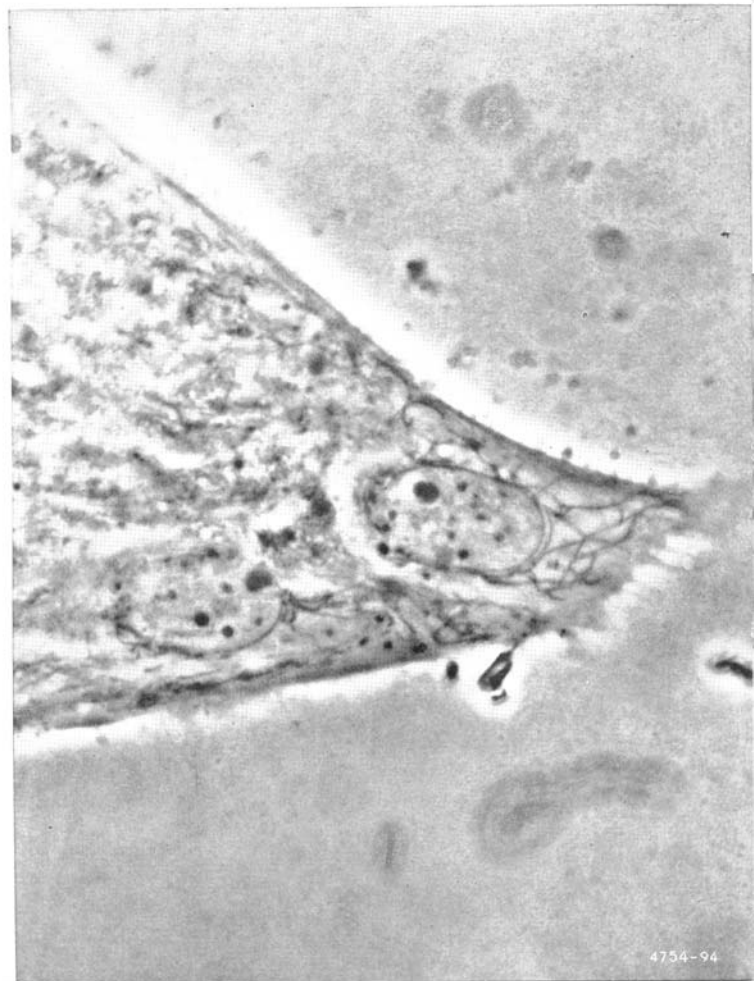


Abbildung 19: Normale Fibroblastenzelle einer 24-stündigen Gewebekultur von Hühnerherz-Fibroblasten. Phasenkontrast. Objektiv Pv Fl Ol 70/1.15h; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 1450:1.

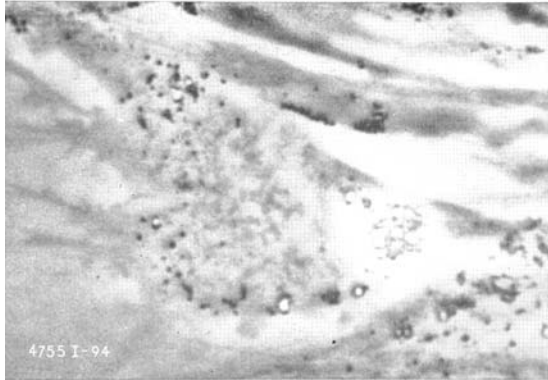
Bei stärkerer Absorption des Phasenringes (h) werden die Mitochondrien kontrastreich dargestellt; sie treten besonders deutlich in den neu gebildeten Zellausläufern hervor. Einzelheiten im Zellplasma und -kern gehen dabei nicht verloren. Bei lebenden Organismen und Gewebekulturen gelingt es nicht immer, eine Nährlösung mit dem geeigneten Unterschied in den Brechungsindizes zwischen Struktur und Umfeld herzustellen. Hier bewähren sich die Phasenkontrastobjektive mit stärkerer Absorption.

Abbildung 20: Eine Krebszelle aus dem Dilute-Brown Mäusestamm mit distal gelegenen Mitochondrien, Gewebekultur. Phasenkontrast. Objektiv Pv Fl Öl 70/1.15h; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 1450:1.

Um die Rolle der Mitochondrien im normalen und abartigen Zellgeschehen zu erkennen, ist ihre eindeutige Darstellung während des Wachstums dieser Zellen besonders wichtig. Dabei wird Wert darauf gelegt, daß sich auch der Kern mit seinen Chromosomen gut darstellt (s. Abb. 21, 1-8).



1



2

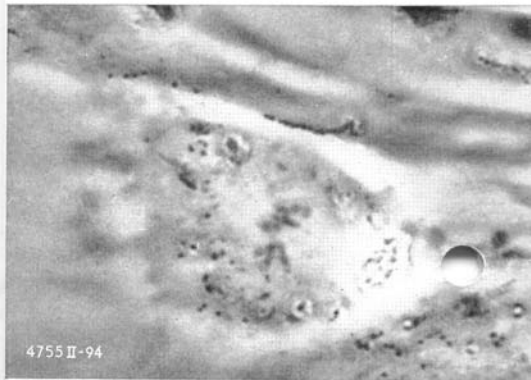
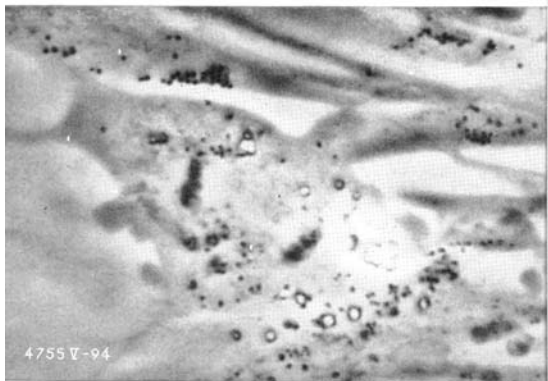


Abbildung 21: Kernteilung in einer Zelle einer Hühnerherz-Fibroblasten-Kultur. Phasenkontrast. Objektiv Pv Apo 40/0.70h. Abbildungsmaßstab 1060:1.

5

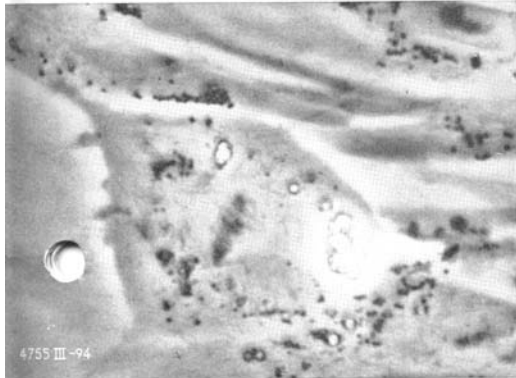


6



Die Aufnahmen stammen aus einem Film von Dr. Gärtner, der 1952 unter Benutzung dieses Objektivs gedreht wurde; sie sind aus einem 16 mm Film herauskopiert.

3



4

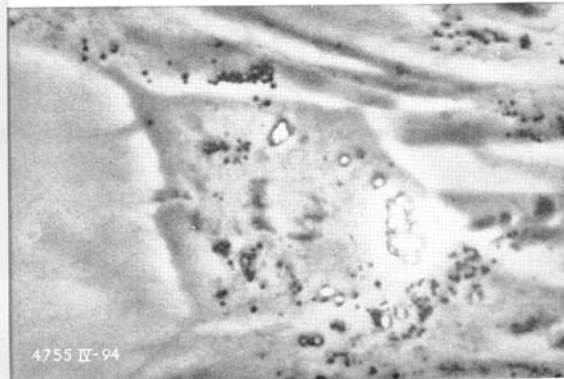
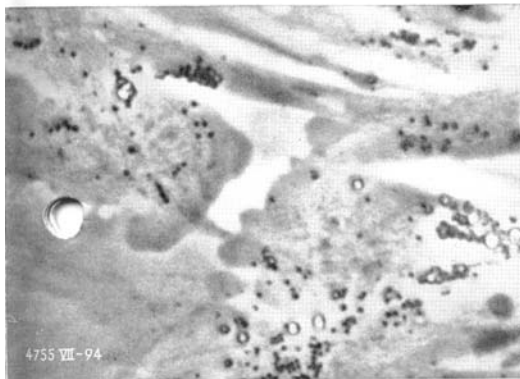


Bild 1 Prophase. Die Chromosomen differenzieren sich innerhalb des Kernes als Fäden, die sich zunehmend verkürzen und dabei einen Längsspalt ausbilden.
2 und 3 Metaphase. Ordnung der Chromosomen im Äquator der Spindel.

4 und 5 Anaphase. Die Chromosomenhälften wandern nach den Polen der Spindel.
6 bis 8 Telophase. Verschmelzung der Chromosomen zu den beiden Tochterkernen unter gleichzeitiger Abgrenzung der Tochterzellen.

7



8



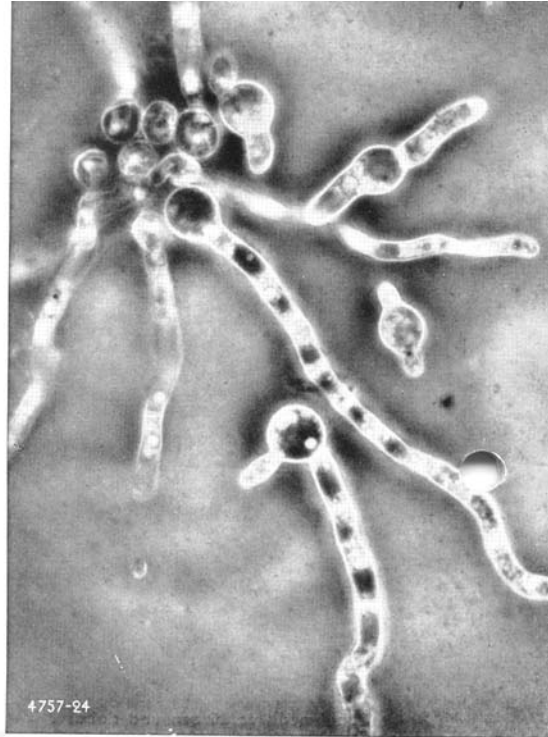
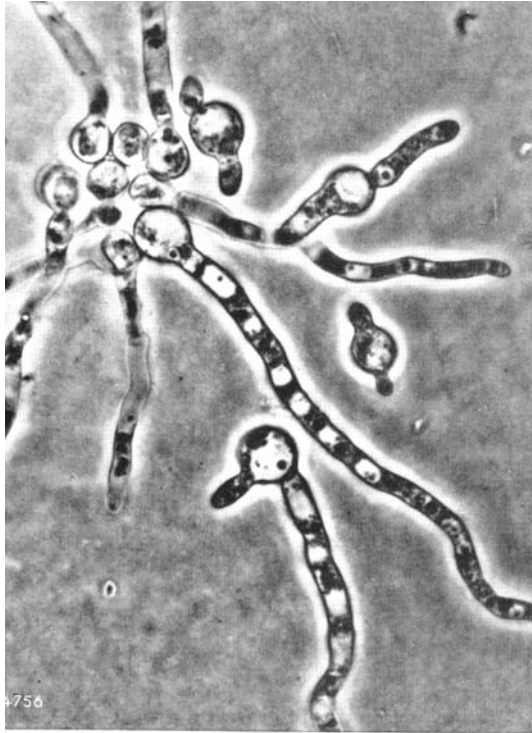


Abbildung 22a: Keimende Sporen von *Penicillium glaucum*.
Objektiv Pv Fl OI 70/1.15n;
positiver Phasenkontrast. Panphot;
Plattenaufnahme 9x12 cm;
Abbildungsmaßstab 1000:1.

Drei Tage alte Kultur. Im positiven Phasenkontrast erscheinen die Fetttropfen dunkel, die Vakuolen als heller Hohlraum, die Querwände als dunkle Membran, und die übrigen Zelleinschlüsse erscheinen ebenfalls dunkel.

Abbildung 22b: Wie Abb. 22a,
jedoch Objektiv Pv Fl OI 70/1.15 – h.
(Negativer Phasenkontrast).

Im negativen Phasenkontrast sind die Verhältnisse reziprok. Mit dem Polarisationsansatz zum Phasenkontrastkondensator sind die Stärkekörnchen leicht von den übrigen Zellbestandteilen zu trennen.



Abbildung 23: Epidermis einer
Zwiebelschuppe, in Leitungswasser
untersucht. Phasenkontrast.
Objektiv Pv 20/0.45 n; Panphot;
Plattenaufnahme 9x12 cm;
Abbildungsmaßstab 300:1.

Im positiven Phasenkontrast treten Nukleolen
und Mitochondrien dunkel hervor.
Grau bis weiß erscheinende Mitochondrien
liegen außerhalb der Schärfenebene.

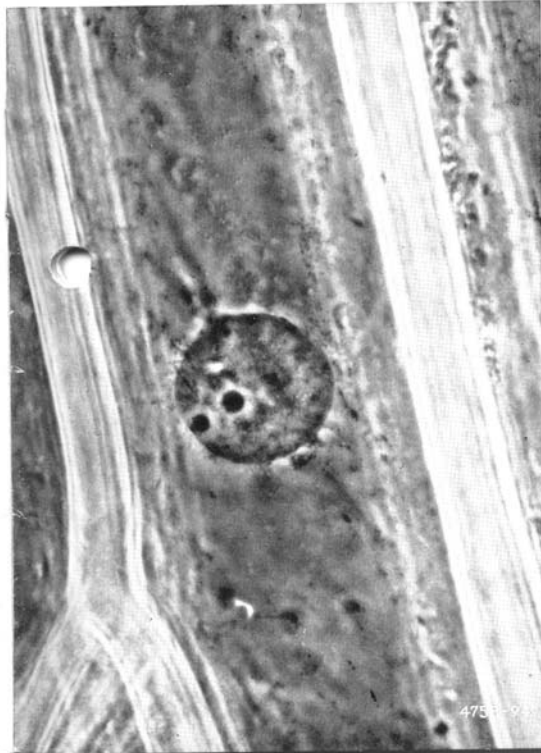
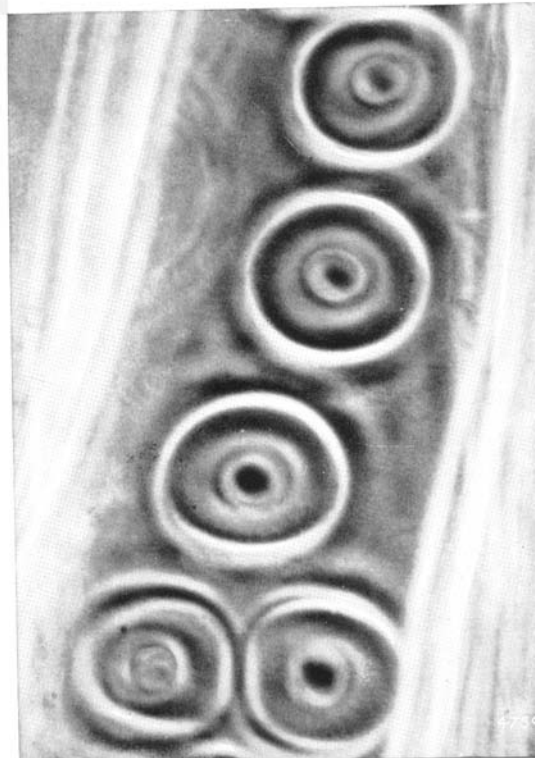


Abbildung 24: Hoftüpfel im Holz
der Kiefer; Radial-Handschnitt;
negativer Phasenkontrast.
Objektiv Pv Apo $\text{OI } 90/1.15 - h$;
Mikroansatz MIKAS, LEICA;
Abbildungsmaßstab 1050:1.

Im negativen Phasenkontrast erscheinen
deutlich die Eintrittsöffnungen der Hoftüpfel.
Bei Veränderung der Scharfeinstellung
kann man den Torus der Tüpfelschließhaut
erkennen. Die Begrenzung der
Schließhautfläche im Innern des Tüpfels
erscheint im negativen Phasenkontrast
als heller Ring.



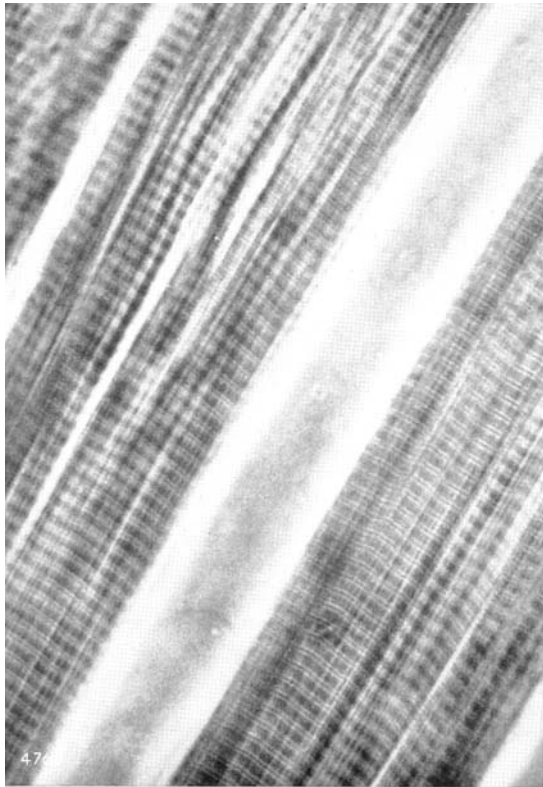


Abbildung 25a: Storch Musculus ulni metacarpalis dorsalis; Phasenkontrast. Ungefärbter Längsschnitt. Objektiv Pv Apo 40/0.70 n; Mikroansatz MIKAS, LEICA; Abbildungsmaßstab 690:1

Die Querstreifung und submikroskopische Struktur der Muskeln (Q-I-Z-Glieder) kann im Phasenkontrast ausgezeichnet dargestellt werden. Die Bilder zeigen eine besonders gute Kontrastwirkung. Im Hellfeld nur schwach erkennbare Strukturen

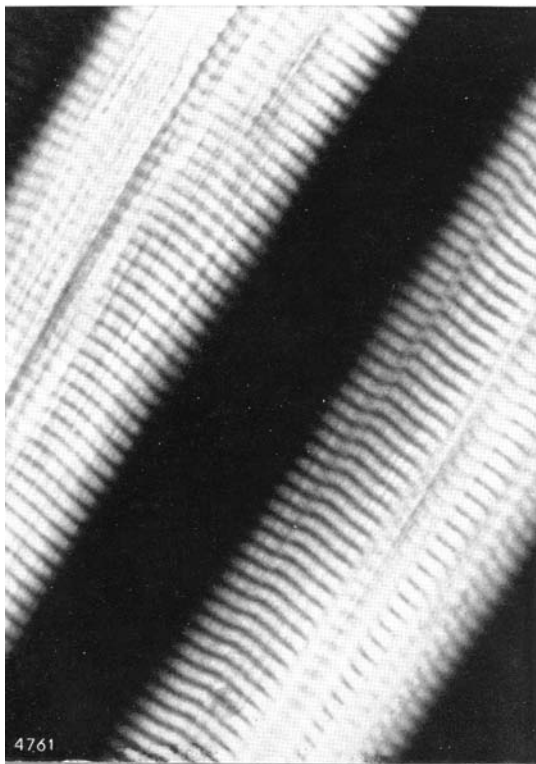


Abbildung 25b: Storchmuskel, polarisiertes Licht. Wie Abbildung 25 a, jedoch zusätzliche Verwendung von Polarisationsfilter.

Bei gekreuzten Folien lassen sich die Sarkoplasmamäntel der Muskelfasern, Kerne und Gefäße nicht darstellen. Die Güte des Bildes gleicht aber der, die bei Verwendung eines üblichen Polarisationsmikroskopes erzielt wird. Die Unterschiede in der Lichtbrechung der einzelnen Abschnitte (Q, I, Z) werden deutlich.

Abbildung 26: Untersuchung eines Tropfens Pferdeharn unter Deckglas. Sphärolithe im Dunkelfeld. Objektiv Pv Apo 40/0.70 n. Mikroansatz MIKAS mit LEICA. Abbildungsmaßstab 750:1.

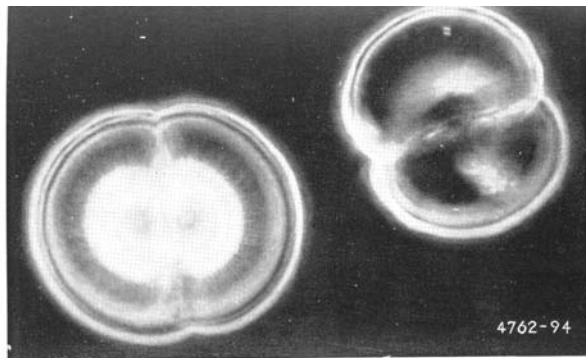


Abbildung 27: Sphärolithe, Zwischeneinstellung zwischen Hellfeld und Phasenkontrast.

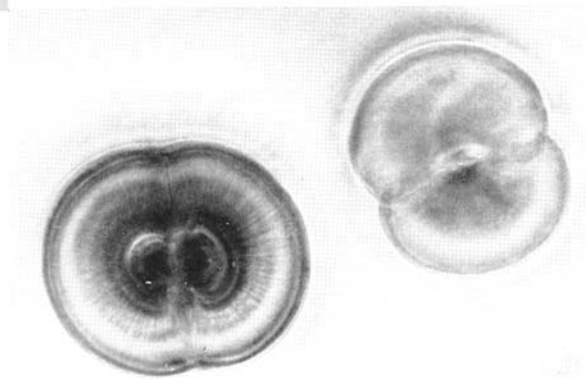
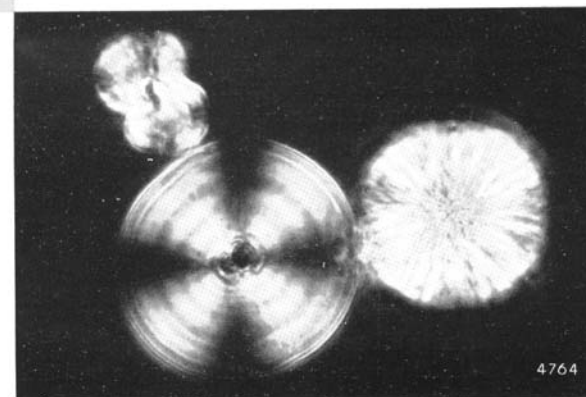


Abbildung 28: Sphärolithe im Phasenkontrast unter zusätzlicher Verwendung von Polarisationsfiltern.



In der Zwischeneinstellung ist die Struktur der Sphärolithe besonders gut zu erkennen. Beobachtungen im Phasenkontrast oder Hellfeld unter zusätzlicher Verwendung von Polarisationsfiltern lassen außerdem Schlüsse auf die Regelmäßigkeit der Innenstruktur zu. Vor allem in den Fällen, in denen es sich um orientierende Beobachtungen im polarisierten Licht handelt, hat sich diese Kombination bewährt.

Unser Fertigungsprogramm umfaßt weiterhin:



Mikroskope jeder Art für allgemeine Untersuchungen,
Metallographie, Mineralogie, Erzmikroskopie,
Kohlenpetrographie
Binokulare Prismenlupen
Stereoskopische Binokularmikroskope
Mikrophotographische Apparate
Mikrotome

Mikro-Refraktometer
Spektroskope
Halbschatten-Polarisationsapparat
Photometer für photometrische und nephelometrische
Konzentrationsbestimmungen
Monochromatoren
Infrarot-Spektrograph

Optische Feinmeßgeräte
Werkstattmeßmikroskope
Profilprojektoren
Winkel- und Längenmeßgeräte
Optischer Teilkopf
Oberflächenprüfgeräte
Ablesefernrohre

Prismengläser

Kleinbildkamera LEICA mit ihren Ergänzungseinrichtungen für wissenschaftliche und technische
Photographie
Vergrößerungsapparate
Großprojektoren, Schulprojektoren,
Kleinbildprojektoren, Mikroprojektoren
Ton-Schmalfilmprojektor G 1 16 mm

Druckschriften stehen Interessenten zur Verfügung. Druckstöcke der in unseren Listen enthaltenen Abbildungen leihen wir für wissenschaftliche Veröffentlichungen kostenlos aus. Die in dieser Liste enthaltenen Abbildungen sind nicht in allen Einzelheiten verbindlich, da wir bemüht sind, unsere Apparate ständig zu verbessern und in jeder Weise zu vervollkommen.

ERNST LEITZ GMBH WETZLAR