



ZEISS JENAVAL

interphako

JENAVERT

interphako

S. 32 A
S. 41 **
S. 28 λ_2
S. 39 H₂
S. 44 ✓

700x

11/1986



Kombinat
VEB Carl Zeiss JENA

Druckschriften-Nr.
30-G0320-1

DDR-6900 Jena, Carl-Zeiss-Str.1 M(p)G-7/231/86 700
Telefon: 830, Telex: 5886122 IV 1 18 655 2340

Gebrauchsanleitung
Инструкция по эксплуатации
Operating instructions
Mode d'emploi
Instrucciones para el uso

61900

ZEISS JENAVAL

interphako

JENAVERT

interphako

**Gebrauchsanleitung
Инструкция по эксплуатации
Operating instructions
Mode d'emploi
Instrucciones para el uso**

Durch ständige Weiterentwicklung unserer Erzeugnisse können Abweichungen von den Bildern und dem Text auftreten. Die Wiedergabe – auch auszugsweise – ist nur mit unserer Genehmigung gestattet. Das Recht der Übersetzung behalten wir uns vor. Für Veröffentlichungen stellen wir Reproduktionen der Bilder, soweit vorhanden, gern zur Verfügung.

Inhaltsverzeichnis

0.	Vorbemerkungen	2
1.	Auspacken des Gerätes	3
2.	Aufstellen des Gerätes	3
2.1.	Umgebungsempfehlungen	4
2.2.	Grundmontage des Gerätes	4
3.	Inbetriebnahme, Justierungen, Zentrierungen	7
3.1.	Einschalten der Beleuchtung	7
3.2.	Erläuterung der möglichen Lichtwege	7
3.3.	Einstellen des Binokulartubus	9
3.4.	Einstellungen bei Arbeiten mit Mess- und Strichplatten	9
3.5.	Zentrieren der Objektive	10
3.6.	Einstellen der Kochlerschen Beleuchtung	10
3.7.	Zentrieren der Ringblenden im Ringblendenrevolver	12
3.8.	Zentrierung der Spaltblende	12
3.9.	Korrektur der Verfahrenseinsätze des Interferometers	13
3.10.	Besonderheiten bei der Arbeit mit dem Objektiv GF PA 6.3x/0.12	14
3.11.	Arbeiten mit dem Ubersichtskondensor 0.2	14
3.12.	Vorbereitung des Gerätes fuer Gangunterschiedsmessungen	14
4.	Justierung des Modulators fuer Fotometrie	15
4.1.	Beobachtungsverfahren	15
4.1.1.	Hellfeld	15
4.2.	Interferenzverfahren	15
4.2.1.	Shearingverfahren	15
4.2.2.	Interphako-Verfahren	18
4.3.	Phasenkontrast	19
5.	Messverfahren	20
5.1.	Messverfahren	20
5.1.1.	Gangunterschied im Interferenzmikroskop	20
5.1.1.1.	Definition des Gangunterschiedes	20
5.1.1.2.	Gangunterschiede bei transparenten Objekten im Durchlicht	20
5.1.1.3.	Gangunterschiede bei reflektierenden undurchlässigen Objektdetails im Auflicht	20
5.1.1.4.	Besonderheiten bei Auflichtobjekten	21
5.1.1.5.	Praeparative Voraussetzungen fuer Interferenzmessungen	21
5.1.1.6.	Systematische Fehler	22
5.2.	Gangunterschiedsmessungen	22
5.2.1.	Vorrichtungen zur Gangunterschiedsmessung	23
5.2.2.	Prinzipieller Messablauf, Hinweise zur Messung	24
5.2.3.	Einstellkriterium	25
5.2.4.	Anwendungshinweise fuer die verschiedenen Messmöglichkeiten	27
5.3.	Vorgehen des Gangunterschiedes	27
5.4.	Bestimmung der Skalenkonstanten	28
5.5.	Berechnung des Gangunterschiedes	29
5.6.	Messung grosser Gangunterschiede	29
5.7.	Messungen mit dem VELOMET 2	29
5.7.1.	Beschreibung des VELOMET 2	30
5.7.2.	Durchfuehrung von Messungen	30
5.7.2.1.	Einstellen des Gerätes	31
5.7.2.2.	Gangunterschiedsmessungen	31
5.7.2.3.	Fotometrische Messungen	33
5.8.	Messung kleiner lateraler Grosse	35
5.8.1.	Messprinzip	35
5.8.2.	Messablauf	35
5.9.	Messungen mit der Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie	36
6.	Mikrofotografische Arbeiten	38
7.	Tabellen	40
7.1.	Tabusfaktoren, Vergrößerungen	40
7.2.	Aufspaltung mit den Gitterblenden	40
7.3.	Interphako, Maximalgrosse messbarer Objektdetails	41
7.4.	Grosse der Messfeldblenden im Objekt	41
7.5.	Objektgrosse-messung mit Okulargrassplatte	42
8.	Pflege des Gerätes	42
9.	Erläuterung der Bezugszahlen des Bildteiles	42
10.	Bildteil	42

0. Vorbemerkungen

Sie haben ein Interferenzmikroskop höchster Präzision und Leistungsfähigkeit erworben. Trotz der Vielseitigkeit ist die Bedienung des Gerätes relativ einfach. In der Bedienungsanleitung wird Ihnen alles Notwendige für die Handhabung des Gerätes mitgeteilt und es werden Ihnen wichtige Hinweise für die interferometrische Arbeit gegeben.

Vorteilhaft ist es daher, die Bedienungsanleitung einmal durchzulesen, damit Sie alle Möglichkeiten des Gerätes kennenlernen, andererseits vor Fehlbildungen sicher sind.

Die für die tägliche Arbeit wichtigsten Hinweise finden Sie in den Kapiteln 4, 5 und 7.

Am besten lernen Sie Ihr Gerät kennen, wenn Sie seine Funktion einmal "durchprobieren".

Etwas Übung ist erforderlich, um bei visuellen Interferenz-Messungen die Leistung des Gerätes voll auszunutzen. Notwendig ist es, sich die Reihenfolge der eindrucksvollen Interferenzfarben in den Interferenzstreifen und ihr Aussehen einzuprägen, um sich bei der Messung grosser Gangunterschiede und bei Messungen im weissen Licht rasch zu orientieren.

Die Arbeitsweise des Gerätes und seiner Verfahren ist in Beyer/Riesenberg "Handbuch der Mikroskopie", 3. Auflage, Kapitel 6.1.3. und 6.2.5. beschrieben. Beachten Sie bitte, dass ein so hochwertiges Gerät zum Erhalt der Leistung etwas Pflege benötigt. Die Hinweise dazu sind am Ende der Bedienungsanleitung vermerkt.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg bei der Lösung Ihrer Interferenzprobleme und viel Freude beim Umgang mit dem Gerät.

1. Auspacken des Gerätes

Das Gerät wird in folgenden Verpackungseinheiten angeliefert:

1. Schaumstoffbehälter für Mikroskopstativ
2. Schaumstoffbehälter für Mehrzweckleuchte
3. Faltschachtel für Kreutztisch
4. Faltschachtel für Tubus IM
5. Holzbehälter für Ausrüstungseinheiten zum IM
6. Aufbewahrungsbehälter (78) (grauer Holzbehälter) für Zubehöreinheiten
7. Schaumstoffbehälter für das DIGIMIN
8. Faltschachtel für die Stromversorgungseinheit

Bei Lieferung des VELONET 2 weiterhin

9. Faltschachtel für das VELONET 2

Die Schaumstoffbehälter sind so aufzustellen, dass die Aufschrift "OBEN" sichtbar ist, die Faltschachteln so, dass der Deckel abgenommen werden kann. Von den Schaumstoffbehältern ist der Klebestreifen zu entfernen. Dem grossen Schaumstoffbehälter sind das Grundstativ (26), die Staubschutzhülle der binokulare Tubus (18), die Handauflagen (24), der Steckschlüssel B (75), das Immersionsöl und das Reinigungsbesteck zu entnehmen, dem mittleren Schaumstoffbehälter die Mehrzweckleuchte (4) mit eingesetztem Lampeneinsatz, Filterrevolver (2) und Schutzkappe für das Filterhaus (6), sowie der Schraubendreher und eine Halogen-Lichtwurlampe. Der kleinen Faltschachtel ist der Kreutztisch mit Tischträger zu entnehmen. Alle bisher ausgepackten, zum Gerät gehörenden Einheiten sind entsprechend 2.2. zu montieren. Vom Holzbehälter ist der Deckel abzuschrauben.

- {D} Bei Lieferung des JENAVAL Interphako sind zu entnehmen und entsprechend 2.2. am Gerät zu montieren bzw. ins Gerät einzusetzen: Kondensoreinbauelement mit Kondensor (121), Objektivrevolver (21), Objektive (5 x), Interferenzfiltersatz (119), Messplattenschieber (69), Polarisator orientierend (122). Die Einrichtung für mikroskopische Refraktometrie (118) ist geeignet zu deponieren.
- {A} Bei Lieferung des JENAVEN Interphako sind zu entnehmen und entsprechend 2.2. am Gerät zu montieren bzw. ins Gerät einzusetzen: Aperturblendschieber (53), Leuchtfeldblendschieber (54), Objektivrevolver (21), Objektive (5 x), Interferenzfiltersatz (119).

Anschliessend ist der grosse Faltschachtel der Tubus IM (29) vorsichtig zu

entnehmen und entsprechend 2.2. mit Hilfe des Steckschlüssels B (75) am Stativ zu befestigen. Weiterhin sind dem kleinen Schaumstoffbehälter das DIGIMIN (110) zu entnehmen und der mittleren Faltschachtel die Stromversorgungseinheit, DIGIMIN und Stromversorgungseinheit sind entsprechend 2.2. anzuschliessen. Bei Lieferung des VELONET 2 ist dieses ebenfalls der Verpackung zu entnehmen und entsprechend den Hinweisen unter 2.2. am Gerät anzusetzen. Dabei ist zu beachten, dass in den Lichteintritt kein intensives Licht einfällt. Alle weiteren Einheiten können im Falle der Verwendung dem Aufbewahrungsbehälter (78) entnommen werden. Das nicht am Gerät angesetzte Zubehör ist zweckentsprechend zu deponieren.

2. Aufstellen des Gerätes

2.1. Hinweise zu Umgebungsbedingungen

Das Gerät ist trotz seiner Leistungsfähigkeit relativ unempfindlich gegenüber Umgebungseinflüssen. Empfehlenswert zur vollen Ausschöpfung seiner Leistung ist die Einhaltung einiger Grundprinzipien fuer die Aufstellung von Präzisionsgeräten.

Das Gerät ist so aufzustellen, dass der Beobachter nicht in Richtung eines Fensters oder Beleuchtungskörpers blicken muss. Es ist vor direkter Sonneneinstrahlung zu schützen, bei Gangunterschieds- und Fotometermessungen mit dem VELOMET 2 auch vor anderweitiger intensiver Lichteinstrahlung.

Das Gerät soll vor Staub geschützt sein. Es sollte auf einer Seite (in der Nähe eines Tischbeines) eines stabilen Tisches, der sich an der Wand eines wenig Erschütterungen ausgesetzten Raumes befindet, aufgestellt werden.

Um die Einflüsse der Umgebungstemperatur auf das Messergebnis so gering wie möglich zu halten, sollten Raumtemperaturänderungen 2K/h nicht übersteigen.

Präzisionsmessungen können ca. 1 Stunde nach Inbetriebnahme des Gerätes in dem Modus, in dem gemessen werden soll, durchgeführt werden.

2.2. Grundmontage des Gerätes

Die Handhabung des JENAVAL interphako und des JENAVER interphako unterscheidet sich so geringfügig, dass sie in einer gemeinsamen Anleitung erläutert werden kann. Darin sind nur das JENAVAL interphako betreffende Punkte mit {D}, nur das JENAVER interphako betreffende Punkte mit {A} bezeichnet.

- * Objektisch (22) auf Schwalbe (25) am Grundstativ (26) aufschieben und Oberseite des Tischträgers buendig zur Oberkante der Schwalbe mit Steckschlüssel B (75) an Schraube oberhalb von (40) klemmen. Dazu Schwalbe (25) mit Grobtrieb (36) in tiefste Stellung bringen.

Hinweis:

Beim JENAVER interphako kann bei Untersuchung dickerer Objekte der Tischträger bis zu 20 mm tiefer angesetzt werden.

- * Falls noch nicht am Stativ montiert:

- | | |
|--|---|
| <p>{D}</p> <ul style="list-style-type: none">* Revolverträger IM (34) von vorn in die Aussparung an der Stativsäule bis Anschlag einschieben und mit 4 Zylinderkopfschrauben auf die Stativsäule aufschrauben. | <p>{A}</p> <ul style="list-style-type: none">* Auflichtträger IM (104) von vorn in die Aussparung an der Stativsäule bis Anschlag einschieben und mit 4 Zylinderkopfschrauben auf die Stativsäule aufschrauben. |
|--|---|

- * Nach Abnehmen des Schutzdeckels Objektrevolver (21) bis Anschlag auf die Revolveraufnahme aufschieben und mit Schraube (5) klemmen.
- * Mehrzweckleuchte (4) an die Rückseite der Stativsäule so ansetzen, dass sie auf dem an der unteren Lichtaustrittsoffnung befindlichen Passzylinder aufgeschoben ist und die beiden senkrechten Führungsleisten am oberen Lichtaustritt über den zugehörigen Zylinder greifen. Dabei müssen die 4 Distanzkloetzchen der Lampenanpassung an der Rückseite der Stativsäule anliegen. Lampenanpassung mit den 4 Verbindungsschrauben (1) an der Stativsäule anschrauben.

* Einsetzen der Lampe

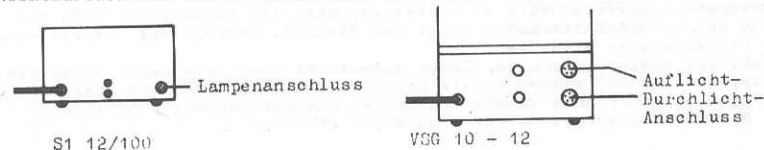
- Loosen der beiden Schraubenbolzen an der Rückseite des Leuchtengehäuses (4), Abnehmen desselben nach hinten.
- Loosen der beiden Klemmschrauben (125) an der Lampenaufnahme (123).
- Einsetzen der Lampe (Halogenlampe 12 V/100 W mit quadratischer Wendel) so, dass der Lampenkolben naecher am Spiegel als der Zentriersockel liegt und die Zentriernase (126) in die Aussparung an dem Zentriersockel (127) eingreift.
- Klemmschrauben (125) festziehen.
- Leuchtengehäuse (4) wieder ansetzen und anschrauben. Dabei darauf achten, dass die 3 Zentrierbolzen an der Leuchtenanpassung in die entsprechenden Aussparungen des Leuchtengehäuses eingreifen.

Hinweis:

Anstelle der Mehrzweckleuchte 12V/100W kann mit der Leuchtenanpassung u 100 wahlweise mit einer Gasentladungs-Hochdrucklampe (XBO, HBO) und 12 V/100 W-Halogenlampe gearbeitet werden. Die Handhabung erfolgt entsprechend den fuer diese Leuchte gegebenen Hinweisen in der dazugehörigen Bedienungsanleitung.

* Anschliessen der Leuchte

Stecker der Leuchte in Buchse des Versorgungsgerätes stecken und durch Rechtsdrehen der Buchse am Stecker sichern.



Hinweis:

Fuer simultanes oder alternatives Arbeiten im Durch- und Auflicht mit dem JENAVER interphako kann die Mehrzweckleuchte mit 2 Lampeneinsätzen ausgerüstet werden. Bei Verwendung zweier Vorschaltgeräte S1 12/100 können simultan beide Verfahren durchgeführt werden, bei Verwendung des VSG 10 - 12 ist durch Umschaltung der Wechsel zwischen Durch- und Auflicht möglich, bei Verwendung eines Vorschaltgerätes S1 12/100 ist zum Wechsel der Beleuchtungsart die jeweils erforderliche Lampe anzuschliessen.

- * Interferenzhubus IM (29) auf Grundstativ befestigen. Dazu Hubus nach links neigen, seine Rückseite 2-3 mm (nicht mehr) vor der Mehrzweckleuchte anordnen, von links her die beiden Klauen an seiner Unterseite unter die Aufnahmeschwalbe des Trägers (Revolver- oder Auflichtträger) nach links geneigt aufsetzen. Dabei Anschlussleitung am Interferenzhubus IM nicht quetschen. Interferenzhubus IM horizontal richten, nach hinten gegen den Anschlag schieben und mit Steckschlüssel B an Klemmschraube (33) klemmen.

---> Vorsicht!

Harte Hantierungsstoesse vermeiden. Der Interferenzhubus IM enthaelt empfindliche Baueinheiten!

- * Objektive in gewünschter Reihenfolge in den Objektivrevolver (21) einschrauben
- * Binokulartubus (18) an den Schnellwechsler mit Klemmschraube (19) anklennen
- * Okulare GF P 10x (20) oder GF P 16x (12,5) in die Tubusstützen des Binokulartubus einsetzen
- * {D} Kondensortrieb mit Triebknopf (40) absenken, Klemmschraube (41) am Kondensoreinhaenger (121) lösen, Kondensoreinhaenger von links an die Aufnahmeschwalbe des Kondensortriebes ansetzen und klemmen. Dabei darauf achten, dass der Zapfen an der Anlageflaeche in den Schlitz an der Aufnahmeschwalbe des Kondensortriebes zu liegen kommt.
- * Anschliessen des DIGIMIN an den Tubus IM, dazu Stecker vom Tubus IM in Verbindungsbuchse (129) an der Rueckseite des DIGIMIN (110) anschliessen.

* Einsetzen der Filter

- Bei Arbeiten im Auflicht ist die Schutzkappe (6) fuer Filterhaus und der Filterrevolver (2) auszutauschen.
- Filterrevolver (2) nach Loesen der Halteschraube (3) mittels Steckschlüssel B (75) aus der Leuchtenanpassung herausnehmen
 - Sprengringe aus den Aufnahmeoefnungen fuer die Filter herausnehmen
 - Interferenzfilter in der gewünschten Reihenfolge in die dem Stativ zugewandte Revolververschiebe so einsetzen, dass die spiegelnde Seite zur Lampe zeigt (Glasfilterseite zeigt zum Stativ). Sprengringe zur Sicherung der Filter wieder einsetzen.
 - Glasfilter analog in die der Lampe zugewandte Revolververschiebe einsetzen.
 - Filterrevolver (2) wieder in die Leuchtenanpassung einsetzen (Nase am Filterrevolver muss in die Nut an der Lampenanpassung eingreifen) und Filterrevolver mit Halteschraube (3) sichern.

Hinweis:

Es ist empfehlenswert - falls kein anderes Glasfilter eingeschaltet ist - normalerweise das Waermeschutzfilter eingeschaltet zu lassen. Fuer besondere Anwendungen kann durch Ausschalten dieses Filters die Lichtintensitaet etwas verbessert werden.

- * Aufschieben der Filteraufnahme (23) auf die Schwalbe unterhalb des Kondensors bzw. des Polarisators orientierend (122).

Bei Lieferung des VELOMET 2:

- * Nach Abnehmen des Lichtschutzdeckels vom Lichteintritt (115) des VELOMET 2 (107) letzteres auf die auf der Oberseite des Interferenztubus befindliche Schwalbe aufschieben, bis seine Rueckseite buendig zur Rueckseite des Interferenztubus liegt. Gegebenenfalls vorher Haube IM (11) vom Interferenztubus abnehmen.

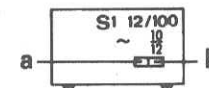
Hinweis:

Im VELOMET 2 befindet sich ein empfindlicher SEV, daher vor Abnehmen des VELOMET 2 dieses ausschalten und Lichteintritt mit Lichtschutzdeckel verschliessen. Lichteintritt im offenen Zustand vor heller Beleuchtung schuetzen. Anderenfalls tritt ueber einen laengeren Zeitraum eine Verschlechterung der Eigenschaften des VELOMET 2 ein (Erhoehung der Streuung).

3. Inbetriebnahme, Justierungen, Zentrierungen

3.1. Einschalten der Beleuchtung

3.1.1. Einschalten des Transformators S1 12/100

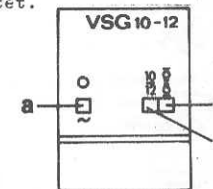


- * Netzanschluss herstellen
- * Taste (a) druecken

Hinweis:

Fuer die meisten Arbeiten reicht der Betrieb der Lampe mit 10 V aus. Die Lebensdauer der Lampe verlaengert sich dadurch. Diese Spannung wird durch Druecken der Taste (b) eingeschaltet.

3.1.2. Bedienung des VSG 10 - 12

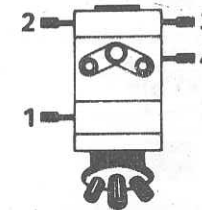


- * Netzanschluss herstellen
- * Bei Auflichtarbeiten Taste (b) druecken, bei Durchlichtarbeiten Taste (b) im nichtgedrueckten Zustand
- * Taste (a) druecken.

Hinweis:

Fuer die meisten Arbeiten ist der Betrieb der Lampe mit 10 V ausreichend. Dabei erhoeht sich ihre Lebensdauer. Diese Spannung ist im ausgeresteten Zustand der Taste (c) eingeschaltet.

3.2. Erlaeuterung der moeglichen Lichtwege



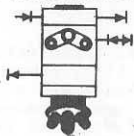
- Zugstangen:
- 1 Umschaltung direkter Weg ----> Interferometerweg
 - 2 Umschaltung Weg zum Fotoausgang ----> Messplattenebene, visueller Ausgang
 - 3 Umschaltung Weg zum Fotoausgang ----> Messfeldblenden (VELOMET-Strahlengang), visueller Ausgang
 - 4 Bertrandlinse fuer Interferometerweg (Pupillenbeobachtung - Objektbeobachtung)

--> Im Bildteil entsprechen: 1-->(20); 2-->(15); 3-->(30); 4-->(31)
Die obige Abbildung zeigt die Stellung der Zugstangen fuer die jeweils erstgenannte Moeglichkeit.

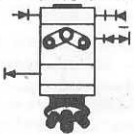
Symbolik der Zugstangeneinstellung:

- Bewegung bis Anschlag bzw. Rast
- ⇌ Stellung beliebig
- gegenüber vorangehender Einstellung unverändert.

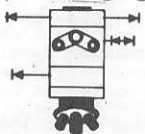
* Hellfeld visuelle Beobachtung mit Möglichkeit der Messplattenanwendung



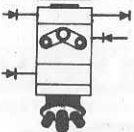
* Hellfeld, fotometrische Untersuchungen. Die Zugstange 3 hat fuer 3 verschiedene Messfeldblenden je eine Raststellung



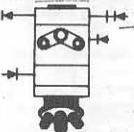
* Hellfeld, Fotoausgang



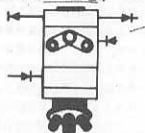
* Interferometerweg, visuelle Beobachtungen des Objektes mit Möglichkeit der Messplattenanordnung



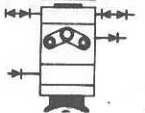
* Interferometerweg, VELOMET-Anwendung



* Interferometerweg, Fotoausgang



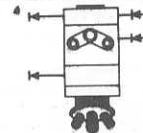
* Interferometerweg, Pupillendarstellung. Sie ist fuer die visuelle Beobachtung, den VELOMET-Weg, den Fotoausgang moeglich.



3.3. Einstellen des Binokulartubus

Diese Einstellung ist fuer jeden Beobachter individuell vor Beginn der Arbeiten bzw. beim Ein- und Ausschalten von Mess- und Strichplatten erforderlich.

* Stellung der Zugstangen am Tubus (direkter Strahlengang)

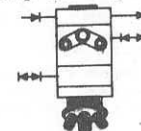


- * Lampe einschalten (Knopf (a) am Vorschaltgeraet S1 12/100, Knopf (a) am VSG 10 - 12)
- * Leuchtfeldblende oeffnen { {D} (38); {A} (54) }
- * Aperturblende oeffnen { {D} (102); {A} (53) }
- * Gruenfilter (Interferenzfilter oder Farbglassfilter) einschalten
- Im Sehfeld sind 2 kleine schwarze Punkte sichtbar
- * Okularstutzen fuer jedes Auge so einstellen, dass die Punkte scharf sichtbar sind (Messfeldblenden).
- Bei einem so eingestellten Binokulartubus sind nach entsprechender Umschaltung die Struktur der Halbschattenplatte oder die Ringe fuer das Interphako- und das Phasenkontrastverfahren gleichfalls scharf sichtbar.

3.4. Einstellung bei Arbeiten mit Mess- bzw. Strichplatten

Diese Einstellung ist jeweils beim Einschalten von Mess- bzw. Strichplatten in den Strahlengang vorzunehmen und nach deren Ausschalten wieder rueckgaengig zu machen (siehe 3.3.).

- * Mess- bzw. Strichplatte (79-81) in den Messplattenschieber (69) mit Strichbild nach oben einsetzen und fixieren
- * Erforderliche Einstellung der Zugstangen



- * Bestueckten Messplattenschieber (69) in die Oeffnung (12) am Tubus IM bis Anschlag einschieben
- * Drehen der Tubusstutzen, bis das Teilungsbild der Mess- bzw. Strichplatte scharf erscheint.
- Einstellung muss mit jedem Auge einzeln erfolgen.
- Zur Durchfuehrung von Fotoarbeiten ist diese Einstellung besonders sorgfaeltig vorzunehmen.
- Mit eingesetzter Messplatte sind bei der oben beschriebenen Einstellung gleichzeitig scharf: die Halbschattenplattenstruktur, Strichfigur der Messplatte, Ringe des Phako- bzw. Interphakoeinsatzes.

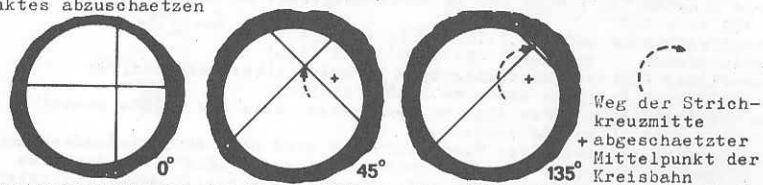
Hinweis:

Sind Messplatten im Einsatz, so muss nach Umschalten auf den VELOMET-Strahlengang die unter 3.3. beschriebene Einstellung erfolgen. Sie ist auch nach Entfernen der Mess- bzw. Strichplatte aus dem Strahlengang erforderlich.

3.5. Zentrieren der Objektive

Diese Einstellung ist einmal erforderlich, gelegentliche Kontrolle ist vorteilhaft.

- * Direkten Strahlengang einschalten (Stellung der Zugstangen wie bei 3.3.)
 - * Okularstrichkreuz in Messplattenschieber einsetzen (§3.4.).
 - * Lampe einschalten, Objektiv 25 x/0,50 in den Strahlengang einschwenken
 - * Objektstrichkreuz auf Objektisch auflegen und Strichfigur nach Augenschein mit Tischtriebknöpfen (39) in die optische Achse bringen.
 - Anstelle des Objektstrichkreuzes kann ein markanter Punkt eines beliebigen Präparates verwendet werden.
 - * Mit Grob- (36) und Feintrieb (37) auf Strichfigur scharf einstellen
 - * Objektstrichkreuz etwa zur Feldmitte mit Tischtriebknöpfen (39) zentrieren
 - * Klemmschraube (35) locken und Objektisch drehen.
- Die Strichkreuzmitte bewegt sich dabei meist auf einem Kreisbogen im Sehfeld (siehe Skizzen). Von diesem Bogen ist die Lage des Mittelpunktes abzuschätzen



- * Strichkreuzmitte mit den Tischtriebknöpfen (39) auf den Mittelpunkt des Kreisbogens rücken.
- * Durch Drehen des Tisches ermitteln, ob die Strichkreuzmitte an der ermittelten Stelle verbleibt. Gegebenenfalls nochmalige Korrektur vornehmen.
- * Objektiv so zentrieren, dass die Mitte des Objektstrichkreuzes mit der Mitte des Okularstrichkreuzes zur Deckung kommt. Dies geschieht mit den 4kt.-Aufsteckschlüsseln (74), die in die dem eingeschalteten Objektiv am nächsten liegenden Öffnungen (27) an der Umfangsfläche des Objektrevolvers (21) eingesetzt werden.
- * Alle am Revolver befindlichen Objektive auf beschriebene Weise zentrieren.

3.6. Einstellen der Koehlerschen Beleuchtung

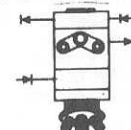
Im Durchlicht ist diese Einstellung bei jedem Präparatwechsel zu kontrollieren, im Auflicht nach Verfahrenswechsel sinngemäss neu durchzuführen. Bei ordnungsgemäsem Einsetzen der Lampe ist die Wendel zentriert und fokussiert.

- Bei Inbetriebnahme ist die Zentrierung des Kondensors im {D}, der Leuchtfeldblende im {A} erforderlich.
- Bei der Arbeit mit dem Gerät ist im Durchlicht nach Präparat- und Objektwechsel lediglich die Anpassung der Leuchtfeldblendengrösse und -fokussierung erforderlich. Die Justierung zur Inbetriebnahme erfolgt vorteilhaft im direkten Strahlengang (Stellung der Zugstangen am Tubus siehe 3.1.) mit dem Objektiv GF PA 25 x/0,50.
- * Objekt auf Objektisch legen
- * erforderliches Objektiv bzw. GF PA 25 x/0,50 bei Inbetriebnahme einschalten.

{D}

- * Leuchtfeldblende (38) schliessen
Sollte dabei vor allem bei Verwendung starker Objektive das Feld nicht mehr hell beleuchtet sein, ist die Leuchtfeldblende so weit zu öffnen, dass Licht im Feld sichtbar wird.
- * Aperturblende (102) öffnen
- * mit Grob- (36) und Feintrieb (37) das Objekt scharf einstellen.
- * Mit Kondensortriebknopf (40) Kondensor fokussieren, bis die Leuchtfeldblende scharf abgebildet wird. Bei Verwendung starker Objektive kann das Bild der Leuchtfeldblende ausserhalb des Sehfeldes liegen, in diesem Fall Leuchtfeldblende öffnen, bis ihr Rand sichtbar wird und scharfstellen.
- * Kondensor mit Zentrierschrauben (97) am Kondensoreinbaugerät zentrieren, bis das Bild der Leuchtfeldblende zentrisch im Feld liegt. Wurde die Leuchtfeldblende geöffnet, ist diese zum Zwecke der Kondensorzentrierung wieder zu schliessen.
- * Leuchtfeldblende öffnen, bis ihr Rand gerade aus dem Sehfeld verschwindet.

Für Hellfeldbeobachtungen ist die Aperturblende auf 1/2 - 2/3 der Objektivapertur zu schliessen und zu zentrieren. Die Beobachtung der Aperturblende ist mit der Bertrandlinse im Interferometerstrahlengang möglich. Stellung der Zugstangen am Tubus:



Diese Einstellung ist zweckmässig mit dem Phasenkontrast-Einsatz (60), der in die Öffnung (32) am Tubus bis Anschlag eingeschoben wird, vorzunehmen.

{D}

- * Aperturblende (102) schliessen und mit Triebknopf (7) scharf einstellen
- * Aperturblende (102) auf ca. 1/2 - 2/3 der maximal hell ausleuchtbaren Öffnung öffnen (beim Objektiv PA HI 100 x/1.30 Aperturblende (102) auf ca. 18 - 24 mm einstellen)
- * Aperturblende mit den Stellschrauben (95) am Kondensoreinbaugerät zentrisch zu der maximal hell ausleuchtbaren Öffnung (Austrittspupille des Objektives) einstellen.

{A}

- * Leuchtfeldblende (54) schliessen
- * Aperturblende (53) (siehe Bild 6) öffnen
- * Mit Grob- (36) und Feintrieb (37) fokussieren, bis die Leuchtfeldblende scharf abgebildet ist

Hinweis:

Das Fokussieren auf die geschlossene Leuchtfeldblende ist im Auflicht als vorteilhafte Einstellhilfe für die Objekt-fokussierung zu empfehlen.

- * Leuchtfeldblende mit den beiden Stellschrauben (951) zentrieren, bis ihr Bild zentrisch im Sehfeld liegt.

- * Leuchtfeldblende öffnen, bis ihr Rand gerade aus dem Sehfeld verschwindet.

{A}

- * Aperturblende (53) schliessen und mit Triebknopf (7) scharf einstellen
- * Aperturblende (53) auf ca. 1/2 - 2/3 der maximal hell ausleuchtbaren Öffnung öffnen.
- * Aperturblende mit den Stellschrauben (951) am Aperturblendenschieber zentrisch zur maximal hell ausleuchtbaren Öffnung (Austrittspupille des Objektives) einstellen.

Bei den Interferenz- und Kontrastverfahren erfolgt die Einstellung der Aperturblende entsprechend den bei diesen Verfahren beschriebenen Erfordernissen.

3.7. Zentrierung der Ringblenden im Revolver

(fuer Durchlicht)

Diese Einstellung ist bei Inbetriebnahme erforderlich, gelegentliche Kontrolle ist zweckmaessig.

Voraussetzung: Aperturblende nach 3.6. zentriert, Einstellung der Zugstangen am Tubus entsprechend 3.6., Ringblenden im Ringblendenrevolver eingesetzt.

- * 4kt.-Aufsteckschlüssel in die der eingeschalteten Ringblende am naechsten liegenden Oeffnungen (77) an der Umfangsflaeche des Revolvers einstecken, Ringblendenrevolver (43) bis Anschlag auf die Aufnahmezunge (103) des Kondensoreinhaengers aufschieben und mit Klemmschraube (44) klemmen.
- * Das zur eingeschalteten Ringblende gehoerige Objektiv einschalten
- * Mit Triebknopf (7) Ringblende scharf einstellen
- * Aperturblende (102) so weit schliessen, dass ihr Rand in der Ringblende sichtbar wird
- * Ringblende mit 4kt.-Aufsteckschlüsseln so zentrieren, dass sie zentrisch zur Aperturblende liegt
- * Zentrierung in beschriebener Weise fuer alle Ringblenden durchfuehren.

3.8. Zentrierung der Spaltblende

Im Durchlicht wird diese Zentrierung von der Keiligkeit der Praeparate beeinflusst. Dieser Einfluss wirkt auch beim Arbeiten mit Interphako und Ph+ bzw. Ph-. Im Auflicht beeinflusst die Neigung des Objektes gegenueber der optischen Achse diese Justierung.

Bei groesseren Bildaufspaltungen im Shearingverfahren erleichtert eine sorgfaeltig zentrierte Spaltblende die Arbeit.

Der Zentriervorgang fuer {D} kann wie folgt durchgefuehrt werden:

- * Shearingverfahren mit senkrechten Interferenzstreifen entsprechend 4.2.1.1. mit sehr kleiner Bildaufspaltung ($\approx 0,1$ mm im Zwischenbild) bei eng gestelltem Spalt einstellen
- * Bildaufspaltung auf ca. 1 mm in der Zwischenbildebene vergroessern. Im allgemeinen wandern dabei die Interferenzstreifen seitlich aus.
- * Mit Stellschrauben (95) am Kondensoreinhaenger Spalt so zentrieren, dass der Interferenzstreifen, der urspruenglich in Feldmitte lag, wieder dort zu liegen kommt (Stellschrauben (95) gegenlaeufig drehen)
- > Bei diesem Justiervorgang nimmt im allgemeinen der Kontrast der Interferenzstreifen ab.
- Durch Anpassen der Spalttrichtung (langsameres Schwenken der Stellschrauben (48)) kann der Kontrast wieder optimiert werden.

Hinweis {D}:

Abweichungen von der optimalen Spaltlage wirken sich bei schwachen Objekten am staerksten aus. Der Zentriervorgang ist daher zweckmaessig mit dem Objektiv GF PA 12,5 x/0,25 durchzufuehren.

Hinweis {A}:

Der Spaltblendenschieber (72) ist werkseitig so vorzentriert, dass bei ordnungsgemaesser Zentrierung der Objektive und horizontal ausgerichteten Objekten nur noch Aenderungen des Interferenzzustandes bei Aufspaltungsaenderung auftreten, die die Arbeitsweise des Geraetes nicht beeintraehtigen ($\Delta \neq 3 \lambda$ bei Aenderung der Bildaufspaltung von ≈ 0 auf 1 mm in der Zwischenbildebene). Treten groessere Aenderungen auf, ist die Ausrichtung Objektoberflaeche, der richtige Sitz des Interferenztubus III auf dem Grundstativ und die Zentrierung der Objektive zu ueberpruefen.

3.9. Korrektur der Verfahrenseinsatze des Interferometers

Diese Einstellungen sind gelegentlich durchzufuehren.

Ueber einen laengeren Zeitraum koennen durch das Hantieren mit den Verfahrensschiebern geringfuegige Veraenderungen auftreten, die erkennbare Auswirkungen auf den Zustand der Interferenzerscheinungen haben. Am Shearingeinsatz (67) und dem Interphakoeinsatz (63) sind daher Justiermoeglichkeiten angebracht, die eine problemlose Kompensation dieser Veraenderungen ermoeglichen.

3.9.1. Korrektur des Shearingeinsatzes

Bei diesem Einsatz ist es moeglich, dass bei einer Soll-Bildaufspaltung "0" eine kleine vertikale Restkomponente der Bildaufspaltung uebrig bleibt. Sie fuehrt dazu, dass bei kleinen Bildaufspaltungen die Spalttrichtung nicht mehr richtig eingestellt werden kann. Erkennbar ist diese Komponente vor allem bei der Beobachtung des Pupillenbildes mit der Bertrandlinse. Drehen sich die bei streifenfreiem Feld in der Pupille sichtbaren Interferenzstreifen bei Aenderung der Bildaufspaltung von positiven Werten ueber die Bildaufspaltung "0" zu negativen Werten von der nahezu senkrechten Lage ueber eine horizontale wiederum zu einer nahezu senkrechten Lage, so ist diese zu kompensierende Veraenderung vorhanden. Zu ihrer Kompensation stellt man unter Verwendung eines Objektives GF PA 25 x/0,50 das Feld mit den Knopfen (65) und (9) streifenfrei ein, (Interferenzkontrast), beseitigt optimal die Bildaufspaltung mit dem Knopf (64), schaltet die Bertrandlinse (31) ein und beobachtet bei voll geoeffneter Aperturblende {{D} (102); {A} (53)} ohne Verwendung einer Spalt-, Gitter- oder Ringblende die Austrittspupille des Objektivs (falls noetig, mit Triebknopf (7) die Austrittspupille scharf stellen). Bei Vorhandensein der zu kompensierenden Veraenderung aendern sich in vertikaler Richtung die Interferenzfarben (mehr oder weniger breite horizontale Interferenzstreifen, die durch Betaetigen des Knopfes (64) schieb und wieder horizontal gestellt werden koennen). Mit einem 4kt.-Aufsteckschlüssel, der in die Oeffnung (10) am Interferenztubus eingesteckt wurde, kann durch vorsichtiges Drehen die Pupille einheitlich gefaerbt werden. Dieser Vorgang ist gegebenenfalls zu wiederholen. (Feld streifenfrei, Streifen in Pupille horizontal einstellen, Pupillenfärbung homogen einstellen). Besonders empfindlich kann diese Einstellung bei Verwendung der empfindlichen Farbe (Rot I) beurteilt werden, wenn der Messphasenschieber um geringe Betraege um diese Einstellung variiert wird.

3.9.2. Korrektur des Interphakoeinsatzes

Die Kontrastwirkung bei diesem Verfahren ist umso besser, je genauer die beiden durch das Interferometer getrennt laufenden Anteile des von einer Feldstelle ausgehenden Lichtes denselben Ort der Bildebene durchlaufen. Abweichungen der Strahlrichtungen beider Interferometerwege um 1" sind bereits unzulassig. Diese Abweichungen sind nach Einstellung eines streifenfreien Feldes bei Beobachtung der Austrittspupille des Objektives mit eingeschalteter Bertrandlinse daran erkennbar, dass der Interphakoring ungleichmaessige Interferenzfarben zeigt.

Die Kompensation dieser Veraenderung geschieht wie folgt:

Unter Verwendung des GF PA 25 x/0,50 wird das Interphakoverfahren entsprechend 4.2.2. mit streifenfreiem Feld eingestellt, anschliessend die Bertrandlinse eingeschaltet.

Sind im Interphakoring in horizontaler Richtung Farbunterschiede vorhanden, wird dieser Unterschied durch vorsichtiges Drehen eines in die Oeffnung (10) am Interferenztubus eingesteckten 4kt.-Aufsteckschlüssels beseitigt. Bei Farbunterschieden in vertikaler Richtung 4kt.-Aufsteckschlüssel in die Oeffnung bei (61) am Interphakoschieber eingestecken und vorsichtig drehen, bis der Ring einheitlich gefaerbt ist.

Sind schief liegende Farbunterschiede vorhanden, sind sie durch Drehen des 4kt.-Aufsteckschlüssels in der Öffnung (10) horizontal zu stellen, anschließend ist durch Drehen des 4kt.-Aufsteckschlüssels in Öffnung bei (61) der gesamte Ring einheitlich zu färben. Nach erfolgter Korrektur wird die Gleichmässigkeit des Feldes kontrolliert, erforderlichenfalls korrigiert. Musste die Gleichmässigkeit des Feldes korrigiert werden, ist die Austrittspupille nochmals zu kontrollieren, erforderlichenfalls ist die Korrektur der Gleichmässigkeit der Ringfärbung nochmals durchzuführen. Besonders gut kann die Homogenität der Färbung des Interphakorings beurteilt werden, wenn die empfindliche Farbe Rot I eingestellt ist und der Messphasenschieber um geringe Beträge um diese Einstellung variiert wird.

3.10. Besonderheiten bei der Arbeit mit dem Objektiv GF PA 6,3 x/0,12 Arbeiten mit dem Uebersichtskondensor 0,2 (100) (siehe Bild 5)

Bei Anwendung des Objektivs 6,3 x im Auflicht muss die Hilfslinse 6,3 x (73) in den Leuchtfeldblendschieber (54) bis Anschlag und in die Öffnung (8) am Tubus IM (29) der Blendschieber 6,3 (83) (Zeichen ● am Tubus sichtbar) eingesetzt werden.

Im Durchlicht muss das Objektiv 6,3 x in Verbindung mit dem Uebersichtskondensor 0,2 eingesetzt werden. Dieser wird eingeschaltet, indem der Hebel (96) am Kondensoreinbauelement nach hinten gedreht wird, der Kondensor auf 0,8 nach unten gesenkt und nach links geschwenkt wird. Der Kondensor 0,2 befindet sich in Arbeitsstellung. Durch Rechtsschwenken des Uebersichtskondensors und Nachabschieben des Kondensors auf 0,8 wird letzterer wieder in Arbeitsstellung gebracht. In der Endlage rastet der Kondensor ein. Am Uebersichtskondensor 0,2 können die Spaltblende (49) und der Gitterblendenrevolver (46) "auf den Kopf stehend" angesetzt werden. Der Uebersichtskondensor 0,2 ist mit dem Objektiv GF PA 12,5 x/0,25 bei Arbeiten im Shearingverfahren auch vorteilhaft einsetzbar.

3.11. Vorbereitung des Gerätes fuer Gangunterschiedsmessungen

3.11.1. Visuelle Messungen

- * Einschalten der Beleuchtung nach 3.1.
- * DIGIMIN mit Netz verbinden
- * Netzschalter (133) an Rückseite des DIGIMIN einschalten
- * Falls Lumineszenzdiode (▶) leuchtet, Taste (105) drücken
- * Falls Anzeige in der Form XXX erfolgt, Umschalter ● (112) drücken, es erscheint die Anzeige in der Form X.X
- * Rücksetztaste X (111) drücken, es erscheint die Anzeige .0

3.11.2. Messungen mit dem VELOMET 2

- * Gewünschtes Interferenzverfahren einstellen
- * Punkte 1-4 von 3.11.1. durchführen
- * Netzschalter (109) des VELOMET einschalten
- * Empfindlichkeit des VELOMET wie unter 5.7.2.1. beschrieben einstellen.

3.12. Justierung des Modulators fuer Fotometrie

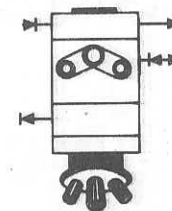
Diese Justierung ist gelegentlich durchzuführen. Dazu Gerät entsprechend 5.7.2.3. einstellen. 4kt.-Aufsteckschlüssel in die kleine Öffnung links neben der Öffnung (12) einführen und gefühlvoll so drehen, dass am DIGIMIN die maximale Anzeige entsteht.

4. Beobachtungsverfahren

4.1. Hellfeld

visuelle Beobachtung

Stellung der Zugstangen am Tubus:

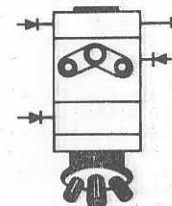


* Beleuchtung nach Koehler einstellen (3.3.)

4.2. Interferenzverfahren

4.2.1. Shearingverfahren

* Stellung der Zugstangen am Tubus:



* Shearingeinsatz (67) von rechts bis Anschlag in Öffnung (32) des Tubus einschieben (Grobphasenschieber (262) rechts unten).

* Kante der Trommel am Grobphasenschieber (262) zwischen Markierungsstriche (66) einstellen

4.2.1.1. Spaltbeleuchtung

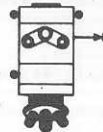
{D}

- * Spalt an Spaltblende (49) durch Drehen der Stellschraube (48) um ihre Achse eng stellen und durch Schwenken der Stellschraube parallel zur Aussenkante ausrichten
- * Spaltblende auf Aufnahmezunge (103) des Kondensors bis Anschlag einschieben und mit Klemmschraube (244) befestigen

{A}

- * Auf Objekt fokussieren
- * Bildaufspaltung mit Knopf (64) auf ca. 0,1 mm in der Zwischenbildebene einstellen
- * Messphasenschieber (28) betätigen, bis die kräftigsten Interferenzerscheinungen sichtbar sind (eine der beiden Interferenzordnungen Rot I; siehe 5.2.3.)
- * Bildaufspaltung mit Aufspaltungsknopf (64) der Aufgabe entsprechend einstellen
- * Spaltrichtung durch langsames Schwenken der Stellschraube {D} (48); {A} (59) so korrigieren, dass die Interferenzerscheinungen am kontrasteichsten sind
- > gegebenenfalls durch Drehen des Grob- (65) oder Messphasenschiebers (28) kontrollieren, ob die kräftigste Interferenzfarbe im Feld eingestellt ist.

- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) einschalten



- * Spaltbild mit Knopf (7) scharf einstellen
- * Spaltbreite der Bildaufspaltung entsprechend durch Drehen der Stell-
schraube {{D}} (48); {A} (59) einstellen

Hinweis:

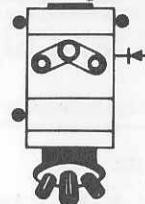
Mit abnehmender Spaltbreite nimmt der Kontrast der Interferenzen zu, die Bildhelligkeit ab, die Bilddefinition senkrecht zur Spalt-
richtung wird beeinträchtigt.
Bei ausreichender Bildhelligkeit steigt mit abnehmender Spaltbreite bei visuellen Beobachtungen die Unterscheidungsschwelle fuer kleine Gangunterschiede und damit die Empfindlichkeit der Interferenzein-
richtung.

Man wird die Spaltbreite als Kompromiss zwischen Kontrast und Bild-
helligkeit einstellen.

Bei kleinen Bildaufspaltungen wird man die Spaltbreite $< 1/5$ des in
der Pupille bei streifenfreiem Feld sichtbaren Interferenzstreifen-
abstandes, bei grossen Bildaufspaltungen auf $\approx 1/4 - 1/5$ dieses Ab-
standes einstellen.

Man fuehrt die Grobeinstellung der Spaltrichtung nach dem Pupillen-
bild (Bertrandlinse eingeschaltet), die Feineinstellung nach dem
Objektbild (Bertrandlinse ausgeschaltet) durch.

- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) ausschalten



4.2.1.2. Gitterbeleuchtung

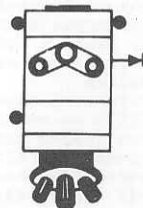
Hinweis:

Fuer das Arbeiten mit dem Gitter ist monochromatisches Licht erforderlich.

- * Einstellung nach 4.2.1.1. durchfuehren, Feld streifenfrei einstellen
(siehe 4.2.1.3.)
- * gewünschtes Interferenzfilter am Filterrevolver (2) (bei Auflicht (2) an-
stelle von (6) einsetzen) einschalten.

- | | |
|---|--|
| <p>{D}</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gitterblendenrevolver (46) auf die Aufnahme (103) des Kondensators bis Anschlag aufschieben und mit Klemmschraube (44) befestigen. | <p>{A}</p> <ul style="list-style-type: none"> * Gitterblendenschieber (50) bis Anschlag in den Aufnahmeschlitz (siehe Bild 6) Auflichtilluminators III (104) einschieben. |
|---|--|

- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) einschalten



- * Die Gitterblende einschalten, deren Spaltabstaende dem Abstand der Interferenzstreifen in der Pupille am naechsten kommen, dazu

{D}
Revolverscheibe drehen

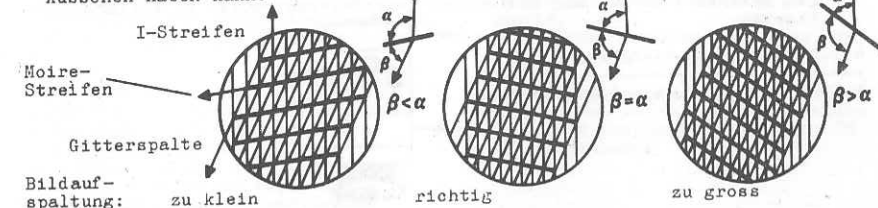
{A}
Raedchen (57) drehen

- * Gitterspalte unter einem kleinen Winkel geneigt zu den Interferenzstreifen einstellen

{D}
Drehen des Raedchens (45)

{A}
Loesen der Klemmschraube (56), und in die erforderliche Richtung bewegen, Klemmschraube wieder anziehen

Es entsteht in der Pupille ein Moire-Muster, das prinzipiell folgendes Aussehen haben kann:

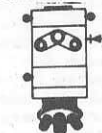


- * Bildaufspaltung mit Aufspaltungsknopf (64) dem Gitter anpassen (siehe auch Tabelle 7.3.)
- * Gitterspalte genau parallel zu den Interferenzstreifen ausrichten

{D}
Drehen des Raedchens (45)

{A}
Loesen der Klemmschraube (56), diese in die erforderliche Richtung bewegen, Klemmschraube wieder klemmen.

- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) ausschalten



- * Bildaufspaltung mit Knopf (64) vorsichtig optimieren, bis die Interferenzerscheinungen am kontrastreichsten sind.

Hinweis:

Diese Einstellung laesst sich am besten mit Interferenzstreifen beurteilen (Einstellung der Interferenzstreifen siehe 4.2.1.3.)

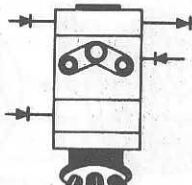
4.2.1.3. Interferenzstreifen - Interferenzkontrast (streifenfreies Feld)

- * Horizontale Interferenzstreifen mit Knopf (65) einstellen
- * Vertikale Interferenzstreifen mit Knopf (9) einstellen
- * Bei geneigten Interferenzstreifen Einstellung mit Knopf (65) und Knopf (9) kombinieren

- * Zur Einstellung von Interferenzkontrast (streifenfreies Feld) werden zunächst vorhandene Interferenzstreifen mit Knopf (9) horizontal gestellt; anschliessend mit Knopf (65) so breit eingestellt, dass das Feld einheitlich gefärbt bzw. im monochromatischen Licht gleichmässig hell oder dunkel ist.
- * Gegebenenfalls Richtung des Spaltes {{D} (49); {A} (72)} oder des Gitters {{D} (46); {A} (50)} vorsichtig korrigieren, bis die Interferenzerscheinung den besten Kontrast aufweist.

Hinweis:

- Die Beurteilung der Gleichmässigkeit ist bei Rot I bzw. in der Dunkelstellung am besten möglich.
Es empfiehlt sich, um diese Einstellung durch Betaetigen des Messphasenschiebers etwas zu pendeln.
- Bei Anwendung von Interferenzstreifen sind die Bilder mit horizontalen (in Aufspaltungsrichtung laufenden) Interferenzstreifen am aussagekräftigsten.



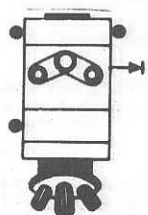
4.2.2. Interphako-Verfahren

- * Stellung der Zugstangen am Tubus:

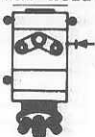
- * Interphakoeinsatz (63) von rechts bis Anschlag in Öffnung (32) des Tubus einschieben (Grobphasenschieber (62) rechts unten).
- * Kante der Trommel am Grobphasenschieber (62) zwischen Indexstriche einstellen

- * Ringblendenrevolver (43) mit eingesetzten Ringblenden auf die Aufnahmezunge (103) des Kondensors bis Anschlag einschieben und mit Klemmschraube (44) befestigen
- * Die dem verwendeten Objektiv zugeordnete Ringblende durch Drehen des Ringblendenrevolvers einschalten (Vergrösserungsstufe wird am Fenster (247) sichtbar)

- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) einschalten



- * Ringblendenbild mit Knopf (7) scharf einstellen
- * Ringblendenbild mit Zentrierschrauben {{D} (95); {A} (51)} zu dem Interphakoring zentrieren (erscheint im weissen Licht etwas heller als die übrige Pupille oder farbig)
- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) ausschalten



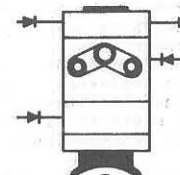
- * Feld gleichmässig oder gewünschte Richtung und gewünschten Abstand der Interferenzstreifen entsprechend 4.2.1.3. einstellen.

Hinweis:

Beim Interphako-Verfahren ist die Anwendung eines homogenen kontrastreichen Feldes (Interferenzkontrast) zu empfehlen. Es kann aber fuer besondere Zwecke auch ohne Kontrasteinbusse mit Interferenzstreifen gearbeitet werden.

4.3. Phasenkontrast

- * Stellung der Zugstangen am Tubus:

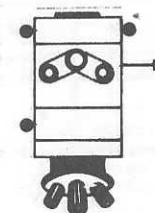


- * Phasenkontrasteinsatz (60) von rechts bis Anschlag in die Öffnung (32) des Tubus einschieben (Knopf am Schieber rechts).
Bezeichnung des gewünschten Kontrastes muss aufrecht stehen (pos oder neg).

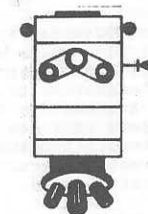
- * Ringblendenrevolver (43) mit eingesetzten Ringblenden auf die Aufnahmezunge (103) des Kondensors bis Anschlag einschieben und mit Klemmschraube (44) befestigen
- * Die dem verwendeten Objektiv zugeordnete Ringblende durch Drehen des Ringblendenrevolvers einschalten (Vergrösserungsstufe ist am Sichtfenster (247) ablesbar).

- * Auf Objekt fokussieren
- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) einschalten

Ringblendenrevolver (43) mit eingesetzten Ringblenden auf die Aufnahmezunge (103) des Kondensors bis Anschlag einschieben und mit Klemmschraube (44) befestigen



- * Ringblendenbild mit Knopf (7) scharf einstellen
- * Ringblendenbild mit Zentrierschrauben {{D} (95); {A} (51)} zu dem Phasenring (dunkler Ring) zentrieren
- * Bertrandlinse mit Zugstange (31) ausschalten



5. Messverfahren

5.1. Gangunterschied im Interferenzmikroskop

5.1.1. Definition des Gangunterschiedes

Allgemein wird die durch Brechzahl und/oder Dickenunterschiede verursachte Differenz zweier in Beziehung zueinander stehender optischer Weglaengen als Gangunterschied bezeichnet.

Bei dem interferenzmikroskopischen Gangunterschied handelt es sich um die Differenz der optischen Weglaenge in einem Objekt gegenueber der optischen Weglaenge in seiner Nachbarschaft.

Die optische Weglaenge s ist das Produkt aus durchlaufener Wegstrecke d und der Brechzahl n des durchlaufenen Mediums

$$s = d * n$$

Interferenzmikroskopisch beobachtbare Gangunterschiede Δ entstehen dann, wenn sich das Objekt in seiner Dicke und/oder seiner Brechzahl von der Umgebung unterscheidet.

$$\Delta = \Delta d * \Delta n$$

Je nach Objektkonfiguration, Beleuchtungs- und Beobachtungsart entstehen Gangunterschiede unter unterschiedlichen Verhaeltnissen.

5.1.2. Gangunterschiede bei transparenten Objekten im Durchlicht

Trifft eine ebene Welle auf die Unterkante des in der Skizze dargestellten Objektes, so muss sie im Objekt mit der Dicke d und der Brechzahl n die optische Weglaenge s_{Ob} zuruecklegen

$$s_{Ob} = n_{Ob} * d$$

In der Nachbarschaft des Objektes durchlaeuft die Welle die opt. Weglaenge

$$s_u = n_u * d$$

Dicht hinter dem Objekt hat die Welle eine Deformation, die der Differenz der optischen Weglaengen, d. h. dem Gangunterschied Δ entspricht.

$$[\Delta = s_{Ob} - s_u = d(n_{Ob} - n_u) = d * \Delta n]$$

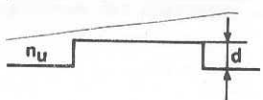
Bei derartigen Objekten kann es sich um Oberflaechenstrukturen bzw. -reliefs in Luft oder einem anderen Einbettungsmedium handeln.

Aus der Formel ist ersichtlich, dass durch Variation des Einbettungsmediums der Gangunterschied veraendert werden kann.

Andererseits koennen die Objekte eine relativ gleichfoermige Oberflaechen haben, im Objekt sind aber Strukturen mit einer von ihrer Umgebung abweichenden Brechzahl enthalten, z. B. Organellen in Zellen.

Der Gangunterschied derartiger Objekte laesst sich nur unbedeutend bzw. nicht beeinflussen.

5.1.3. Gangunterschiede bei reflektierenden undurchlaessigen Objektdetails im Auflicht



Trifft bei diesen Objekten eine ebene Welle auf die Oberseite der Objekteinheit (siehe Skizze), so wird sie im Bereich der Einheit reflektiert, in der Nachbarschaft laeuft sie bis zum Niveau der Objektumgebung

weiter, um dann ebenfalls reflektiert zu werden. Waehrend dieser Zeit hat das an der Oberseite reflektierte Wellenstueck bereits die optische Weglaenge $d * n$ in entgegengesetzter Richtung durchlaufen, so dass die Welle eine Deformation, d. h. einen Gangunterschied Δ von

$$\Delta = 2 d * n_u$$

aufgepraegt bekommen hat.

Ist das Umgebungsmedium Luft mit der Brechzahl $n_u \approx 1,00$, so ist der Gangunterschied Δ :

$$\Delta = 2 d$$

Dieser Fall ist in der Regel bei Auflichtobjekten vorhanden.

5.1.4. Besonderheiten bei Auflichtobjekten

1. Die oben angegebenen Beziehungen gelten nur dann, wenn die Objekteinheit und die Umgebung denselben Phasensprung haben. Das ist mit hinreichender Sicherheit gegeben, wenn das Objektdetail und seine Umgebung aus demselben undurchsichtigen Material bestehen.
2. Bei transparenten Objekten auf reflektierender undurchlaessiger Unterlage werden die Verhaeltnisse kompliziert, da ein Teil des Lichtes an der Detailoberflaechen, ein anderer an der Grenzflaechen Unterlage - Objektdetail reflektiert wird, beide Anteile selbst zur Interferenz kommen und diese Interferenzerscheinung sich mit der des Interferenzmikroskopes ueberlagert. Diese doppelte Interferenz tauscht falsche Gangunterschiede vor und es gibt Verhaeltnisse, bei denen ueberhaupt kein Gangunterschied mehr erkennbar ist.

5.1.5. Praeparative Voraussetzungen fuer Interferenzmessungen

5.1.5.1. Allgemeine Hinweise

Bei dem Interferenzmikroskop wird im Shearing-Verfahren einer Objektstelle eine je nach Bildaufspaltung mehr oder weniger weit entfernte Nachbarstelle ueberlagert, beim Interphako-Verfahren ein ueber ein gewisses Gebiet um die betrachtete Objektstelle mit unterschiedlichem Gewicht gemittelter Gangunterschied.

Will man den wahren Gangunterschied des Objektes im Shearing-Verfahren

messen, so muss so aufgespaltet werden und das Objekt so praepariert sein, dass die zu messende Objektstelle mit einer objektfreien Stelle des Praeparates ueberlagert ist. Die maximal erreichbare Bildaufspaltung von 2,5 mm in der Zwischenbildebene und die minimal nutzbare Objektivvergroesserung legen die maximale Groesse der uneingeschraenkt messbaren Objekte fest. Mit dem Interphako-Verfahren koennen solche Praeparate gemessen werden, bei

denen relativ kleine Objekteinheiten in einer relativ grossen homogenen Umgebung liegen (siehe Tabelle 7.3.). Wegen der relativ hohen Beleuchtungsapertur ist dieses Verfahren fuer Objekte mit feinsten Strukturen geeignet.

5.1.5.2. Durchlichtobjekte

Bei Anwendung des Shearing-Verfahrens koennen Gangunterschiedsfehler durch Deformation der Deckglasoberflaechen auftreten. Fuer genaue Messungen ist daher die Verwendung der zur Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie gehoerenden geschliffenen Deckglaeschen zu empfehlen. Sollten vor allem bei der Anwendung des Interphako-Verfahrens Objekte mit unguenstigen Gangunterschieden auftreten, so koennen eventuell die in Beyer-Riesenberg, Handbuch der Mikroskopie, 3. Auflage, Kapitel 6.1.2 genannten Moeglichkeiten des Ausgleiches der Brechzahl des Einbettungsmediums an die des Objektes zur Verbesserung der Verhaeltnisse genutzt werden.

5.1.5.3. Auflichtobjekte

Um die unter 5.1.4. genannten Fehlereinflüsse zu eliminieren, muss das Objekt insgesamt mit einer undurchsichtigen reflektierenden Schicht ueberdampft werden. Diese Praeparation schaltet alle Einflüsse, ausser dem durch Höhenunterschiede verursachten Gangunterschied, aus. Koennen die Objekte nicht zusaetzlich bedampft werden, so lassen sich durch teilweises Ueberdampfen von Eichobjekten, die unter gleichen Bedingungen wie das interessierende Objekt hergestellt wurden, direkt nebeneinanderliegend die reinen Höhenunterschiede und die durch andere Ursachen beeinflussten Gangunterschiede messen. Schichten, die durch Volumenaenderung einer duennen Oberflaechenschicht eines Substrates entstehen, so dass die Grenze Substrat - Schicht unter dem urspruenglichen Substratniveau liegt, koennen interferenzmikroskopisch nicht zerstörungsfrei gemessen werden.

5.1.6. Systematische Fehler

Mit zunehmender Beleuchtungsapertur wird das Objekt von Strahlen zunehmender Neigung durchlaufen bzw. getroffen. Mit zunehmender Strahlenneigung veraendern sich die Gangunterschiede. Das hat zur Folge, dass der Kontrast von Objekten bei Beleuchtung mit voller grosser Beleuchtungsapertur wegen der sich ueberlagernden unterschiedlichen Interferenzzustaeende geringer wird und der Gangunterschied selbst sich veraendert. Die Grosse der systematischen Fehler haengt davon ab, welches Objektiv benutzt, ob die Spalt-, Gitter- oder Ringblende verwendet wurde, wie weit bei Spalt- und Gitterblende abgeblendet wurde und wie das Objektprofil gestaltet ist (Rechteck-, Trapez-, Kugel-, Zylinderprofil). Wegen der grossen Zahl der Kombinationsmoeglichkeiten der Einflussfaktoren ist ein Korrekturwert des Fehlers kaum angebar. Bei Beleuchtungsaperturen unter 0,15 bleiben die systematischen Fehler jedoch meist vernachlaessigbar klein. Fuer diese Problematik kann folgende Literatur genannt werden: Beyer; Theorie und Praxis der Interferenzmikroskopie.

5.2. Gangunterschiedsmessungen

5.2.1. Vorrichtungen zur Gangunterschiedsmessung

Zur Gangunterschiedsmessung dienen der Messphasenschieber (28), der Grobphasenschieber (62) und das DIGIMIN (110). Beim Betaetigen des Messphasenschiebers wird im Interferometer der Interferenzzustand veraendert, so dass durch den Gangunterschied des Objektes entstandene Veraenderungen der Interferenzauscheinung wieder kompensiert werden koennen. Die dazu notwendige Veraenderung wird elektronisch erfasst und am DIGIMIN angezeigt. Der maximal so messbare Gangunterschied betraegt ca. 5000 nm, der kleinste angezeigte 0,5 nm. Zur Messung grosserer Gangunterschiede bis ca. 20 μ m ist der Grobphasenschieber vorgesehen. Mit ihm erfolgt die Messung durch Auszaehlen der Interferenzstreifen bei wechselweiser Anwendung von weissem und monochromatischem Licht.

Neben der Anzeige der Kompensationsstrecke des Messphasenschiebers dient das DIGIMIN zur Anzeige der mit dem VELOMET 2 gewonnenen Informationen. Fuer Gangunterschiedsmessungen ohne VELOMET 2 sind die Anzeige, die Taste (111) und der Umschalter (112) erforderlich. Durch Druecken des Umschalters (112) kann jeweils von der Anzeige des Gangunterschiedes auf die VELOMET-Anzeige und umgekehrt umgeschaltet werden. Bei der Gangunterschiedsanzeige steht vor der letzten Stelle ein Komma, die VELOMET-Anzeige wird ohne Komma dargestellt.

Mit der Taste (111) kann die Gangunterschiedsanzeige auf "0" gesetzt werden.

Die von diesem Punkt an vorgenommenen Veraenderungen der Stellung des Messphasenschiebers werden vom DIGIMIN angezeigt. Die beiden Tasten (105) und (106) sowie die drei Lumineszenzdioden sind fuer den Betrieb des VELOMET 2 erforderlich und werden unter 5.7.1. erlaeuert.

5.2.2. Prinzipieller Messablauf, Hinweise zur Messung

* Die Messung erfolgt durch Kompensation des Gangunterschiedes des Objektes mit dem Messphasenschieber, bei Gangunterschieden > 5000 nm mit dem Grobphasenschieber. Die Messungen sind Relativmessungen.

* Folgender Messablauf wird empfohlen:

- || - Einstellen der engsten Nachbarschaft des Objektes oder einer Bezugsstelle auf ein unter 5.2.3. beschriebenes Kriterium.
- || - Druecken der Taste (111) am DIGIMIN. Damit wird die Messwertanzeige "0", ca. 1 sec warten.
- || - Einstellen der zu messenden Objektstelle auf dasselbe Kriterium.
- || - Ablesen der Messwertanzeige am DIGIMIN.
- || - Druecken der Taste (111) am DIGIMIN, ca. 1 sec warten, die naechste Messung ist moeglich.

* Um bei Praezisionsmessungen Einflüsse von nicht restlos vermeidbaren Drifterscheinungen des Interferometers zu kompensieren, wird abwechselnd von Umgebung zum Objekt und umgekehrt gemessen. Das Vorzeichen des Gangunterschiedes ist bei der Messung von Objekt zur Umgebung entgegengesetzt dem angezeigten, der Gangunterschied ist daher mit -1 zu multiplizieren. Es empfiehlt sich dabei, vor dem Notieren des Messwertes die Taste (111) zu druecken, um die Wartezeit zu nutzen.

* Grosse Gangunterschiede (> λ) muessen im weissen Licht gemessen werden.

- Zur Orientierung ueber die ungefaehre Grosse des Gangunterschiedes koennen bei genuegend grossen Objekteinheiten Interferenzstreifen angewandt werden. Es wird die Zahl der Interferenzstreifen ermittelt, um die ein Streifen 1. Ordnung im Objekt gegenueber der Umgebung versetzt ist. Dabei ist auf die Farbfolge der Interferenzstreifen zu achten, damit im Objekt derselbe Streifen 1. Ordnung wie in der Umgebung verwendet wird.
- Ist im Objekt die Faerbung der Interferenzstreifen gegenueber der Umgebung veraendert und laesst sich der Verlauf der Interferenzstreifen nicht an geeigneten Objektpartien von der Umgebung bis zum Objekt verfolgen, so ist mit Fehlmessungen um eine oder mehrere Wellenlaengen zu rechnen (Einflüsse von Dispersionsunterschieden).

* Beim Shearing-Verfahren bestehen mehrere Messmoeglichkeiten.

- Allgemein wird von der Umgebung zum feststehenden Objektbild gemessen.
- Bei Messung von der Umgebung zum beweglichen Objektbild ist das Vorzeichen des Gangunterschiedes vertauscht.
- Liegen die beiden Objektbilder getrennt vor einem homogenen Hintergrund, kann der Gangunterschied von dem mit Knopf (64) verschiebbaren zum feststehenden Objektbild gemessen werden. Der Messwert ergibt den doppelten Gangunterschied.
- Gleichmaessig dicke kleine Objekte, deren Doppelbilder getrennt vor einem homogenen Hintergrund liegen, koennen als "Halbschattenplatten" verwendet werden. Der Gangunterschied kann gemessen werden, indem im monochromatischen Licht die Helligkeit zwischen beweglichem Objektbild und Umgebung abgeglichen wird, anschliessend der Vorgang fuer das unbewegliche Objektbild und die Umgebung wiederholt wird.

* Mit dem Interphako-Verfahren kann sowohl mit Interferenzkontrast (streifenfreiem Feld) als auch mit Interferenzstreifen gemessen werden. Die Bezugsstelle muss die engste Nachbarschaft der zu messenden Struktur sein.

5.2.3. Einstellkriterien

5.2.3.1. Subjektive Messungen

* Messungen im weissen Licht

Bei Messungen im weissen Licht laesst sich das Purpur der 1. Interferenzordnung sehr gut reproduzierbar einstellen. Es veraendert sich sehr rasch in einer Richtung nach Blau, in der anderen nach Rot. Eingestellt wird das Purpur, das weder einen Rot- noch einen Blau-Ueberschuss aufweist. Es wird als empfindliche Farbe (teint sensible) bzw. Rot I bezeichnet. Bei schmalen Interferenzstreifen und in kleinen Objekten erscheint diese Farbe nahezu als Schwarz. Bei Messungen im weissen Licht ist darauf zu achten, dass in der Umgebung und im Objekt bei beibehaltener Drehrichtung des Messphasenschleibers dieselbe Reihenfolge der Interferenzfarben bis zur Abgleichstellung auftritt.

* Messungen im monochromatischen Licht

Bei Messungen im monochromatischen Licht wird der Interferenzzustand der Ausloeschung (grosse Dunkelheit) als Einstellkriterium verwendet. Da dieser Zustand nach einem Gangunterschied von λ jeweils wiederkehrt, muss bei Messungen im monochromatischen Licht die Richtung und annaehender die Grosse des Gangunterschiedes bekannt sein.

* Messungen mit der Halbschattenplatte

Bei Messungen mit der Halbschattenplatte ist monochromatisches Licht erforderlich. Einstellkriterium ist der Helligkeitsabgleich der beiden benachbarten Bereiche der Halbschattenplatte. Helligkeitsabgleiche wiederholen sich bei der Halbschattenplatte periodisch aller $\approx \lambda/2$, dabei tritt meist ein Abgleich bei hoher Allgemeinelligkeit, einer bei geringer ein. Zur Messung wird der mit geringer Helligkeit herangezogen. Messungen mit der Halbschattenplatte koennen nur bei streifenfreiem Feld erfolgen.

* Messungen mit Interferenzstreifen

Zur Messung mit Interferenzstreifen wird in den Messplattenschleiber (69) ein Strichkreuz eingesetzt und in die Richtung der Interferenzstreifen durch Drehen des Raedchens (70) orientiert. Bei der Messung stellt man mit dem Phasenschleiber die dunkelste Stelle eines Interferenzstreifens 1. Ordnung bzw. wenn die Farben im Streifen alle deutlich erkennbar sind, die Stelle der empfindlichen Farbe (Rot I) auf dem zum Streifen ausgerichteten Strich des Strichkreuzes. Im monochromatischen Licht wird so eingestellt, dass der Strich des Strichkreuzes mitten im dunkelsten Bereich des Interferenzstreifens liegt (Intensitaet aendert sich vom Strich ausgehend nach beiden Seiten symmetrisch).

5.2.3.2. Objektive Messungen

Diese Messungen koennen im allgemeinen sowohl im weissen als auch im monochromatischen Licht durchgefuehrt werden. Bei der sog. Kompensationsmethode dient als Einstellkriterium die VELOMET 2-Anzeige "0". Sie ist unabhaengig von Helligkeitsschwankungen der Lichtquelle und vom Verstaerkungsfaktor der Elektronik.

Die Abgleichstellung wiederholt sich jeweils nach $\lambda/2$. Der empfehlenswerte Messablauf wird bei der Erlaeuterung der VELOMET2-Messungen beschrieben. Die Kriterien fuer die Anzeigemethode werden im Arbeitsablauf fuer dieses Verfahren beschrieben.

5.2.4. Anwendungshinweise fuer die verschiedenen Messmoeglichkeiten

5.2.4.1. Lichtart, Interferenzkontrast, Interferenzstreifen, Halbschattenplatte

* Anwendung weissen Lichtes:

- erforderlich bei der Ermittlung der ungefaehren Grosse grosser Gangunterschiede; bei Messung voellig unbekannter Gangunterschiede
- moeglich bei der Messung von Gangunterschieden aller Groessen
- nicht anwendbar bei Halbschattenplattenmessungen bei Objekten mit ausgepraegten Dispersionseffekten, derartige Objekte sind nur messbar, wenn ueber geneigte Objektstellen die Interferenzerscheinungen von Umgebung bis zur zu messenden Stelle lueckenlos verfolgt werden koennen

* Anwendung monochromatischen Lichtes:

- erforderlich bei Messungen mit der Halbschattenplatte bei Objekten mit stark ausgepraegten Dispersionseigenschaften
- moeglich bei Gangunterschieden aller Groessen nach vorheriger Bestimmung der ungefaehren Grosse im weissen Licht
- nicht anwendbar bei Objekten mit unbekanntem Gangunterschied

* Anwendung von Interferenzkontrast (streifenfreies Feld)

- erforderlich bei der Messung kleiner Objektdetails bei Messungen mit der Halbschattenplatte
- zu empfehlen bei Objekten mit komplizierter Struktur bei der Erfassung der Gangunterschiedsverteilung im Objekt
- moeglich bei allen Untersuchungen
- unvorteilhaft bei Objekten mit grossen Gangunterschieden

* Anwendung von Interferenzstreifen

- zu empfehlen bei Messungen grosser Gangunterschiede an einfach gestalteten Objekten zur Orientierung ueber die Groessenordnung des Gangunterschiedes
 - nicht zu empfehlen bei der Messung kleiner und komplizierter Objektstrukturen
 - nicht anzuwenden bei sehr kleinen Gangunterschieden ($< 15 \text{ nm}$)
- Empfehlenswerte Streifenrichtung: horizontal

* Anwendung der Halbschattenplatte

- erforderlich zu visuellen Messungen mit gesteigerter Genauigkeit
- anwendbar, wenn die zu messenden Objekteinheiten genuegend gross ($> 0,08 \text{ mm}$ in der Zwischenbildebene) sind, beim Interphako-Verfahren jedoch nicht groesser als in der Tabelle 7.3. angegeben.

Hinweis:

Fuer das Shearing-Verfahren die mit  gekennzeichnete, fuer das

Interphako-Verfahren die mit  gekennzeichnete Platte,

in beiden Faellen unter Anwendung monochromatischer Beleuchtung, verwenden.

* Anwendung der Quasi-Halbschatten-Methode (Messung von einem zum anderen Doppelbild)

- moeglich im Shearing-Verfahren bei Objekten, die einzeln in einer homogenen Umgebung liegen, total aufgespaltet werden koennen und einen moeglichst einheitlichen Gangunterschied aufweisen.

5.2.4.2. Interferenzverfahren

* Shearing-Verfahren: fuer Gangunterschiedsmessungen aller Art

- Bildaufspaltung in der Naehе der Auflöesungsgrenze (differentielle Bildaufspaltung): zur Kontrastierung biologischer Objekte zur Messung von Neigungs- und Boeschungswinkeln zur Messung von Brechzahl- bzw. Diffusionsgradienten
- Bildaufspaltung mit einem Vielfachen der Auflöesungsgrenze (totale Bildaufspaltung): zur Messung der Gangunterschiede in Objekten aller Art

Hinweis:

Die Bildaufspaltung sollte nicht groesser als noetig gewaehlt werden, gerade so, dass die zu messenden Objektstellen sich mit einer objekt-freien homogenen Bezugsstelle ueberlagern.

* Interphako-Verfahren: vorwiegend fuer alle Objekte mit feinen Strukturen in relativ homogener Umgebung. Die Groesse der messbaren Strukturen ist bei diesem Verfahren begrenzt (siehe Tabelle 7.3.).

5.2.4.3. VELOMET 2 - Messungen

Alle subjektiven Messungen sind mit Unsicherheiten behaftet, die ihre Ursache in physiologischen Gegebenheiten des Auges, in Objektgegebenheiten, dem Uebungsgrad und der Ermuedung des Messenden haben. Mit dem VELOMET 2 koennen diese Unsicherheiten teilweise ausgeschaltet, teilweise stark verringert werden. Fuer die meisten praktischen Anwendungen reicht daher zur Ermittlung des Gangunterschiedes eine "Vor- und Rueckwaerts"-Messung zum Erreichen der erforderlichen Genauigkeit aus. Damit laesst sich die Messzeit bedeutend verkuerzen (Unsicherheit bei normalen Objekten mittleren Gangunterschieds $\approx \pm 1$ nm).

Bei hoeheren Anspruechen an die Reproduzierbarkeit sind 5-10 "Vor- und Rueckwaerts"-Messungen erforderlich (Unsicherheit 0,5 nm und kleiner bei normalen Objekten mittleren Gangunterschieds).

Die vorgenannten Angaben beziehen sich auf Messungen, die unter Verwendung des Messphasenschiebers durchgefuehrt wurden.

Sollen Objekte mit kleinen Gangunterschieden (≤ 40 nm) gemessen werden, so kann durch Verwendung der VELOMET-Anzeige die interferometrische Auflöesung bei guenstigen Bedingungen (Objekte einfacher Strukturen, geringe Bildaufspaltung, gute Transparenz bzw. guter Reflexionsgrad der Objekte) in den 0,1 nm - Bereich mit ebensolchen Reproduzierbarkeiten gebracht werden.

Bei Anwendung des VELOMET 2 ist die physische und psychische Belastung des Messenden gegenueber visuellen Messungen erheblich geringer.

Anwendung:

- Abgleichmethode

Gangunterschiedsmessungen mit verbesserter Reproduzierbarkeit
Gangunterschiedsmessungen mit geringer Messdauer bei normaler Reproduzierbarkeit

- Anzeigemethode

Messung kleiner Gangunterschiede (≤ 40 nm) mit hoechster interferometrischer Auflöesung (0,1 - 0,2 nm) und Reproduzierbarkeit an Objekten mittlerer Strukturgröesse ($\approx 2 - 100 \mu m$) mit relativ einheitlichem Gangunterschied und einheitlicher guter Transparenz bzw. einheitlichem hohem Reflexionsgrad (≥ 60 %), kleinste messbare Struktureinheiten $0,8 \mu m$.

5.3. Vorzeichen des Gangunterschiedes

Ein Gangunterschied ist vereinbarungsgemaess positiv, wenn der optische Weg im Objekt groesser als in der Umgebung ist, d. h.

- im Durchlicht bei einer Objektbrechzahl groesser als die der Umgebung und/oder bei einer Objektdicke groesser als die der Vergleichsstelle
 - im Auflicht z. B. bei Vertiefungen oder transparenten Objektstrukturen hoeherer Brechzahl als die der Vergleichsstelle
- Im Auflicht sind die unter 5.1.4. genannten Besonderheiten zu beruecksichtigen

Das am DIGIMIN angezeigte Vorzeichen des Gangunterschiedes ist richtig, wenn

- im Shearing-Verfahren von der Umgebung zum unbeweglichen Doppelbild oder vom beweglichen zum unbeweglichen Doppelbild,
- im Interphako-Verfahren von der Umgebung zum Objektbild gemessen wird.

In den anderen Faellen ist das angezeigte Vorzeichen zu aendern.

Bei der Abschaeetzung des Gangunterschiedes mit Interferenzstreifen kann das Vorzeichen des Gangunterschiedes dadurch ermittelt werden, dass der Messphasenschieber nach vorherigem "0"-setzen der DIGIMIN-Anzeige um einen gewissen Betrag verstellt und dabei beobachtet wird, ob sich die Interferenzstreifen beim Shearing-Verfahren im beweglichen Objektbild bzw. bei Interphako in dem Objektbild auf die Stelle zu bewegen, an der sich urspruenglich die Streifen 1. Ordnung in der Umgebung befanden oder von ihr weg. Im 1. Fall ist das am DIGIMIN angezeigte Vorzeichen richtig.

5.4. Bestimmung der Skalenkonstante k_λ

Die vom DIGIMIN angezeigten Skalenwerte sind nahezu mit dem Gangunterschied in nm identisch, sie muessen mit einem wellenlaengenabhaengigen Faktor, der nahe bei 1,0 nm/Skt liegt, multipliziert werden. Dieser Faktor ist fuer die Wellenlaengen 625 nm, 589 nm, 546 nm und 486 nm im Geraeteprotokoll angegeben.

Ist eine monochromatische Lichtquelle mit genuegend genau bekannter Wellenlaenge vorhanden, kann die Skalenkonstante k_λ ermittelt werden.

Dazu wird unter Verwendung des Shearingeinsatzes bei Bildaufspaltung "0" nach Istuendigem Einlaufen des Geraetes mit der Halbschattenplatte oder dem VELOMET 2 in der Mitte des Messbereiches der Gangunterschied um eine oder mehrere (n) Wellenlaengen mehrfach vor- und rueckwaerts veraendert und die dabei auftretende Anzeigewert Δ_λ ermittelt und gemittelt ($\bar{\Delta}_\lambda$).

Die Skalenkonstante k wird berechnet nach:

$$k_\lambda = \frac{\bar{\Delta}_\lambda}{n \cdot \lambda}$$

Die Ermittlung der Skalenkonstante k unter Verwendung von Interferenzfiltern liefert aus verschiedenen Gruenden nur Richtwerte.

5.5. Berechnung des Gangunterschiedes Δ

5.5.1. Messungen im weissen Licht

* visuelle Messungen

Bei diesen Messungen kann mit der Wellenlaenge $\lambda \approx 551$ nm gerechnet werden, d. h. zur Berechnung des Gangunterschiedes ist der Skalenfaktor k_{551} einzusetzen.

Dieser Skalenfaktor k_{551} hat die Grosse:

$$k_{551} = 0,99957 \cdot k_{546}$$

Damit wird der Gangunterschied Δ :

$$\Delta = A \cdot k_{551}$$

mit A = Anzeige des DIGIMIN.

* Messungen mit dem VELOMET 2

Bei Verwendung einer 100 W-Halogenlampe wird aufgrund der spektralen Strahlungscharakteristik dieser Lichtquelle und der spektralen Empfindlichkeitscharakteristik des Empfängers scheinbar im Durchlicht mit einer Wellenlaenge von $\lambda_D \approx 535$ nm gearbeitet, im Auflicht mit der Wellenlaenge $\lambda_R \approx 540$ nm. Der fuer die Wellenlaenge 535 nm gueltige Skalenfaktor k_D ist:

$$k_{535} = 1,00132 \cdot k_{546}, \text{ der fuer die Wellenlaenge } \lambda_R = 540 \text{ nm}$$

$$k_R = 1,00079 \cdot k_{546}$$

Die so gemessenen Gangunterschiede Δ sind:

$$\Delta = A \cdot k_D \quad \text{im Durchlicht bzw.}$$

$$\Delta = A \cdot k_R \quad \text{im Auflicht}$$

A = Anzeige des DIGIMIN.

- * Werden Objekte untersucht, deren Dispersion verschieden von der des Phasenschiebers einer Abbeschen Zahl $v \approx 64$ ist, z. B. Fluessigkeiten, Auflichtmessungen, so koennen im weissen Licht bei groesseren Gangunterschieden Fehler auftreten. Erkennbar sind solche Faelle an der im Umfeld und Objekt unterschiedlichen Faerbung der Interferenzstreifen 1. Ordnung. Beachte Hinweis unter 5.2.2., 4. Punkt, 2. Anstrich.

5.5.2. Messungen im monochromatischen Licht

Bei diesen Messungen ist die Kenntnis der ungefaehren Grosse des Gangunterschiedes erforderlich (siehe 5.2.4.1.; 2. Punkt). Wird bei einer Wellenlaenge λ_n gemessen, die von denen abweicht, fuer die die Skalenfaktoren bekannt sind, so kann fuer diese durch lineare Interpolation mit ausreichender Genauigkeit der zu verwendende Skalenfaktor k bestimmt werden:

$$k_{\lambda_n} = k_{\lambda_1} + (k_{\lambda_2} - k_{\lambda_1}) \cdot \frac{\lambda_1 - \lambda_n}{\lambda_1 - \lambda_2}$$

Darin ist k_{λ_n} der Skalenfaktor fuer die verwendete Wellenlaenge λ_n , k_{λ_1} der Skalenfaktor fuer die λ_n benachbarte groessere Wellenlaenge λ_1 , k_{λ_2} der Skalenfaktor fuer die λ_n benachbarte kleinere Wellenlaenge λ_2 .

Durch grafische Interpolation der Kurve $k_\lambda = f(\lambda)$ oder Darstellung dieser Kurve als Polynom liesse sich die Genauigkeit der k_{λ_n} - Bestimmung steigern, diese Steigerung ist aber fuer die meisten praktischen Faelle ohne Bedeutung.

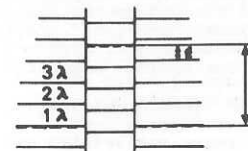
Aus der Anzeige A des DIGIMIN laesst sich der Gangunterschied Δ berechnen nach

$$\Delta = A \cdot k$$

5.6. Messen grosser Gangunterschiede (> 5000 nm)

Ueberschreiten die zu messenden Gangunterschiede den Messbereich des Messphasenschiebers (> 5000 nm), so muss neben dem Messphasenschieber (28) der Grobphasenschieber (62) zur Messung eingesetzt werden. Die Anwendung von Interferenzstreifen erleichtert derartige Messungen. Prinzipiell laufen solche Messungen wie folgt ab:

- Orientieren ueber die Grosse des Gangunterschiedes im weissen Licht mit Interferenzstreifen
- Einstellen der Umgebung auf Rot I
- Einschalten monochromatischer Beleuchtung
- Kompensation des Gangunterschiedes des Objektes durch Verstellen des Grobphasenschiebers (62) um volle Wellenlaengen. Dazu wird die Zahl n von vollen Interferenzstreifen in der Umgebung ermittelt, um die der Gangunterschied veraendert werden muss, damit bis zum vollstaendigen Abgleich des Objektes nur noch der meist vorhandene Bruchteil eines Interferenzstreifenabstandes fehlt. Unter Umstaenden ist es notwendig, bei diesem Vorgang ab und zu weisses Licht einzuschalten, um die Abgleichstellung im Objekt zu erkennen.
- Messen des fehlenden Gangunterschieds-Reststueckes (ϵ) bis zum voelligen Abgleich des Objektes mit dem Messphasenschieber.



$$(\Delta = 3\lambda + \epsilon)$$

- Berechnung des Gangunterschiedes des Objektes nach:

$$\Delta = n \cdot \lambda + \epsilon$$

Bei dieser Messung wirken folgende Fehlerquellen:

1. Unsicherheit der Wellenlaenge (z. B. bei Interferenzfiltern)
2. Unsicherheit der Einstellung des Rot I-Abgleiches in der Umgebung
3. Unsicherheit der Einstellung der n -ten Wellenlaenge vor dem Abgleich
4. Unsicherheit bei der Messung des Gangunterschieds-Reststueckes ϵ

Bei Verwendung monochromatischer Lichtquellen wird die 1. Unsicherheit bedeutungslos, bei Interferenzfiltern kann sie 2 - 3 nm betragen. Die anderen Unsicherheiten liegen jeweils je nach Messmethodik zwischen 0,5 - 4 nm.

5.7. Messungen mit dem VELOMET 2

5.7.1. Beschreibung des VELOMET 2

5.7.1.1. Arbeitsprinzip des VELOMET 2 fuer Gangunterschiedsmessungen

Wie bei der Halbschattenplatte nebeneinander liegende Bereiche eines Bildetails in ihrer Helligkeit verglichen werden, so wird beim VELOMET 2 die Intensitaet zweier zeitlich aufeinander folgender Interferenzzustae eines Objektdetails ausgewertet. Diese zeitliche Aufeinanderfolge der Interferenzzustae erzeugt ein elektromechanisch angetriebener Modulator im Interferometer. Je nachdem, ob der erste Interferenzzustand heller ist als der zweite oder umgekehrt, wird eine vom Intensitaetsunterschied abhaengige positive oder negative Spannung digital am DIGIMIN angezeigt, die bei Intensitaetsgleichheit zu 0 wird.

Die Anzeige 0 bei Intensitätsabgleich ist unabhängig von der Lampenhelligkeit und dem Verstärkungsfaktor der Nachweiselektronik, sie wird daher zur Messung bei der sog. Abgleichmethode genutzt. Verwendet man eine stabilisierte Lichtquelle, so kann aus der DIGIMIN-Anzeige auch auf den bis zum Intensitätsabgleich noch fehlenden Gangunterschied geschlossen werden.

Die Empfindlichkeit der Einrichtung wird durch das Rauschen begrenzt. Bei genügend hellen Interferenzbildern sind solche Empfindlichkeiten einstellbar, dass 0,1 - 0,2 nm Verstimmung des Interferenzzustandes eine Änderung der Anzeige um 1 Einheit verursacht. Bei monochromatischer Beleuchtung im Auflicht und grosser Bildaufspaltung wird man sich mit einer Empfindlichkeit von 1 - 2 nm pro Anzeigeeinheit begnügen müssen.

Die Eigenschaften des VELOMET erlauben die Messung nach einer als Abgleichmethode und einer als Anzeigemethode bezeichneten Verfahrensweise. Bei der ersten Methode wird der Gangunterschied ermittelt, indem fuer die Umgebung, anschliessend fuer das Objekt durch Betaetigen des Messphasenschiebers die VELOMET-Information auf 0 abgeglichen wird, bei der zweiten Methode ermittelt man nach Kalibrierung der DIGIMIN-Anzeige mit dem Phasenschieber aufgrund der Anzeige fuer die jeweilige Objektstelle deren Gangunterschied. Das VELOMET 2 kann fuer das Shearing- und das Interphako-Verfahren angewandt werden.

5.7.1.2. Arbeitsprinzip des VELOMET 2 fuer einfache fotometrische Messungen

Die gute Linearität und Empfindlichkeit der Nachweiselektronik und das oben genannte Arbeitsprinzip des VELOMET 2 fuer Gangunterschiedsmessungen gestattet durch Verwendung eines etwas anders gestalteten kleinen Modulators die Durchfuehrung fotometrischer Messungen. Zu fotometrischen Messungen, die im Hellfeld durchgefuehrt werden, wird das Licht "zerhackt" und dem Fotoempfänger dargeboten. Das dadurch entstehende Wechselsignal wird mit der Nachweiselektronik des VELOMET 2 verstärkt und mit dem DIGIMIN angezeigt.

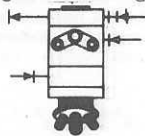
5.7.1.3. Bedienung des DIGIMIN fuer den VELOMET-Betrieb

Die beiden linken Tasten am DIGIMIN dienen zum Betrieb des VELOMET. Durch Druecken des Umschalters (106) kann wechselweise von Interferometer- auf Fotometerbetrieb umgeschaltet werden. Welche der beiden Betriebsweisen wirksam ist, signalisiert die eingeschaltete LED (PHOT = Fotometerbetrieb, PHS = Interferometerbetrieb). Die Taste (105) dient zum Einschalten des Modulators. Die oberhalb der Taste angeordnete LED leuchtet, wenn einer der beiden Modulatoren arbeitet.

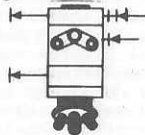
5.7.2. Durchfuehrung von Messungen

5.7.2.1. Einstellen des Gerätes

* Stellung der Zugstangen fuer Gangunterschiedsmessungen



* Stellung der Zugstangen fuer fotometrische Messungen



Hinweis:

- Im Strahlengang fuer die VELOMET-Messungen befinden sich 3 in der Groesse abgestufte Blenden.

Die im Objekt wirksame Groesse DMB in μm betraegt:

$$DMB_1 = \frac{125}{\Gamma'_{ob}}, \quad DMB_2 = \frac{100}{\Gamma'_{ob}}, \quad DMB_3 = \frac{80}{\Gamma'_{ob}}$$

Γ'_{ob} = Objektivvergrosserung

Fuer jede Blende ist eine Raststellung vorhanden. Die dabei in Feldmitte liegende Blende wirkt jeweils.

- * Einstellen des interferometrischen Verfahrens bei Gangunterschiedsmessungen oder der geforderten Beleuchtungsbedingungen bei fotometrischen Messungen.
- * VELOMET mit Netz verbinden und durch Druck auf den Netzschalter (109) einschalten.

5.7.2.2. Gangunterschiedsmessungen

1. Abgleichmethode

Die Reproduzierbarkeit bei dieser Methode ist um so besser, je heller und kontrastreicher das Interferenzbild und je groesser die bei Betaetigen des Messphasenschiebers in der Nahe der 0. Ordnung maximal erreichbare VELOMET-Anzeige am DIGIMIN ist. Die Reproduzierbarkeit des Messphasenschiebers wird voll ausgeschoept, wenn eine Maximalanzeige von 350 - 400 am DIGIMIN eingestellt ist ($\approx$ ca. 0,25 nm/Anzeigeeinheit). Bei stark wechselnder VELOMET-Anzeige durch das Rauschen des Signales bei geringerer Bildhelligkeit muss die Maximalanzeige reduziert werden, bis der 0-Abgleich genuegend sicher erkennbar ist. Selbst bei unguenstigen Beleuchtungsverhaeltnissen bleibt das VELOMET dem Auge ueberlegen, da auch die Unterscheidungsschwelle des Auges mit abnehmender Lichtintensitaet unguenstiger wird und dadurch die visuell moegliche Reproduzierbarkeit sinkt. Es kann folgender Messablauf empfohlen werden:

Vorbereitung

- * Einstellen der VELOMET-Anzeige durch Druck auf den Umschalter (112)
- * Betriebsart "Gangunterschiedsmessung" mit Taste (106) einschalten (LED "Phs" leuchtet)
- * Gangunterschiedsmodulator mit Taste (105) in Gang setzen (LED "P" leuchtet)
- Beim Drehen des Messphasenschiebers aendert sich jetzt normalerweise die Anzeige
- * Einstellen des Messphasenschiebers so, dass der maximale positive Anzeigewert am DIGIMIN erscheint.
- * Einstellen eines zwischen 300 - 400 liegenden Anzeigewertes am DIGIMIN durch Drehen des Einstellknopfes (113) am VELOMET 2. Bei unguenstigen Beleuchtungsbedingungen, d. h. bei stark schwankender Anzeige Maximalanzeige entsprechend reduzieren.
- Die Kontrollanzeige (114) leuchtet, wenn das vom SEV abgegebene Signal fuer Auswertung genuegend gross ist.

Messung

- * Bezugsstelle des Objektes mit Tischtriebknopfen (39) so verschieben, dass sie in die in Feldmitte befindliche Blende zu liegen kommt.
- * Messphasenschieber gefuehlvoll so einstellen, dass bei moeglichst dunkler Einstellung im Feld bzw. in der Nahe eines dunklen Interferenzstreifens die Anzeige "0" am DIGIMIN auftritt.

Hinweis:

Bei diesen Einstellungen kann mit der Taste (105) der Gangunterschiedsmodulator zur besseren visuellen Orientierung ueber den Interferenzzustand kurzzeitig ausgeschaltet werden. Bei arbeitendem Gangunterschiedsmodulator ist der Kontrast der Interferenzerscheinungen sehr gering.

- * Durch Druecken des Umschalters (112) auf Anzeige des Messphasenschlebers umschalten und diese durch Druck auf Ruecksetztaste (111) auf "0" stellen.
 - * Zu messende Objektstelle mit Tischtrieb so einstellen, dass sie in die in Feldmitte befindliche Blende zu liegen kommt.
 - * Mit Umschalter (112) auf VELOMET-Anzeige umschalten
 - * Messphasenschleber gefuehlvoll so einstellen, dass bei demselben Interferenzzustand, wie er zuvor an der Bezugsstelle eingestellt war, am DIGIMIN die Anzeige "0" erscheint.
 - * Umschalten der VELOMET-Anzeige auf Anzeige des Messphasenschlebers mit Umschalter (112).
 - * Ablesen der Gangunterschiedsanzeige
- Der genaue Gangunterschied wird, wie unter 5.7.1. Punkt 2 beschrieben, berechnet.

2. Anzeigemethode

Bei Vorliegen der unter 5.2.4.3. fuer die Anzeigemethode genannten Bedingungen kann mit dieser Methode gearbeitet werden.

Sie unterteilt sich in den Kalibrierungs- und Messvorgang.

Kalibrierungsvorgang

- Er muss vor Messbeginn durchgefuehrt werden. Waehrend der Messung empfiehlt sich aller 10 - 15 min eine Kontrolle.
- * Einstellen der VELOMET-Anzeige durch Druck auf den Umschalter (112)
 - * Einschalten der Betriebsart "Gangunterschiedsmessung" durch Druck auf die Taste (106) (LED "pha" leuchtet)
 - * Gangunterschiedsmodulator mit Taste (105) in Gang setzen ((LED Φ leuchtet)
 - * Messphasenschleber gefuehlvoll so einstellen, dass die VELOMET-Anzeige "0" wird
 - * Umschalten auf Messphasenschleber-Anzeige durch Druck auf Umschalter (112)
 - * Durch Druck auf Ruecksetztaste (111) Messphasenschleber-Anzeige auf "0" stellen
 - * Messphasenschleber auf z.B. 10, 20 oder einen beliebigen Wert ≤ 35 einstellen
 - * Durch Drehen des Einstellknopfes fuer Hochspannung (113) am VELOMET 2 VELOMET-Anzeige auf einen vielfachen Wert der Messphasenschleber-Anzeige einstellen.
- Wurde z.B. der Messphasenschleber um $\Delta = 10$ nm verstellt und die VELOMET-Anzeige A = 40 einreguliert, so ergibt sich als Kalibrierungsfaktor KF:

$$KF_V = \frac{\Delta}{A} = \frac{10 \text{ nm}}{40 \text{ Einh.}} = 0,25 \text{ nm/Einh.}$$

Hinweis:

- Bei der Kalibrierung ist darauf zu achten, dass bei steigenden Messphasenschleber-Einstellungen steigende Velomet-Anzeigen auftreten.
- Im weissen Licht ist der zwischen den beiden 1. Ordnungen liegende Abgleich mit den geforderten Eigenschaften zu verwenden.
- Bei Ausschuepfung des Messbereiches von 40 nm sollte bei 35 nm kalibriert werden.
- Systematische Messfehler sind um so kleiner, je kleiner der zu messende Gangunterschied ist bzw. je naeher er am zur Kalibrierung verwendeten Gangunterschied liegt (Sinusfunktion wird durch Gerade angenaehert). Prinzipiell koennen die systematischen Fehler dieser Methode aus dem Zusammenhang Gerade - Sinusfunktion korrigiert werden.

Messvorgang

- * Bezugsstelle des Objektes mittels Tischtrieb in die Messfeldblende schieben.
- * VELOMET-Anzeige durch gefuehlvolles Drehen des Messphasenschlebers auf "0" einstellen.

- * Die zu messende Objektstelle mittels Tischtrieb in die Messfeldblende schieben.
- * Ablesen des am DIGIMIN angezeigten VELOMET-Wertes W
- * Berechnen des Gangunterschiedes Δ_{Obj} nach

$$\Delta_{Obj} = KF_V \cdot W$$

Hinweis:

- Der Messbereich bei der Anzeigemethode kann von 40 auf 80 nm vergroessert werden, wenn die VELOMET-Anzeige an der Bezugsstelle bei positivem Gangunterschied auf $-40 \cdot KF_V$, bei negativem Gangunterschied auf $+40 \cdot KF_V$ eingestellt und als VELOMET-Wert W die Differenz der Anzeigen zwischen Bezugsstelle und Objektstelle zur Gangunterschiedsberechnung herangezogen wird.
- Bei Beachtung des 1. Hinweises unter Pkt. Kalibrierungsvorgang entspricht das Vorzeichen des angezeigten Wertes bzw. der angezeigten Differenz (Anz. Δ_{Obj} - Anz. Δ_{Bezug}) dem Vorzeichen des Gangunterschiedes.
- Wenn Messfehler von 1 - 1,5 nm nicht stoeren, kann der Messbereich auf +70 nm erhoert werden. Dazu ist bei 65 nm zu kalibrieren.
- Die Ausgangsinformation des VELOMET liegt an der Buchse neben der Durchfuehrung der Netzschur am VELOMET als Spannungswert an. Dadurch ist es moeglich, kleine Gangunterschiede in Abhaengigkeit von der Zeit bzw. bei Tischverstellung vom Ort z.B. mit einem Kompensationsbandschreiber zu registrieren

5.7.2.3 Fotometrische Messungen

Die mit dem VELOMET 2 moeglichen fotometrischen Messungen reichen bezueglich Nachweisesempfindlichkeit und Genauigkeit fuer eine Reihe von Anwendungen zu orientierenden Zwecken aus. Erfolgen die Messungen gegen Transmissions- oder Reflexionsnormale, lassen sich recht zuverlaessige Ergebnisse gewinnen.

Verfaelschend auf die Messergebnisse wirken sich Falschlichtanteile aus, die sich bei den verschiedenen Objektiven unterscheiden und wellenlaengenabhaengig sind.

Im Aufricht kann der Falschlichtanteil ermittelt werden, indem das Objekt aus dem Strahlengang entfernt wird, im Durchlicht mit einem in der Grosse an die Messfeldblende angepassten voellig undurchlaessigen schwarzen Objekt.

Bei kleinen Objektdetails, besonders bei Verwendung starker Objektive, treten weitere Fehlereinfluesse auf, deren Ursache in der begrenzten Aufloesung des Mikroskopes und dem Einfluss geeigneter Strahlen zu suchen ist.

Vorbereitung des Geraetes zur Messung

- * Einstellknopf fuer Hochspannung (113) am VELOMET am linken Anschlag
- * Einschalten der Lichtquelle, des VELOMET 2 und des DIGIMIN
- * Modulator durch Druck auf die Taste (105) am DIGIMIN ausschalten
- * Fotometerbetrieb durch Druck auf den Umschalter (106) am VELOMET einschalten.
- * Zugstangen am Tubus fuer fotometrische Messungen einstellen und gewuenschte Messfeldblende einschalten.

Die Messdurchfuehrung wird in folgender Weise empfohlen:

* Kalibrierung

Auflegen des Bezugsnormales mit dem Reflexions- oder Transmissionsgrad ϵ_N bzw. τ_N auf den Objekttisch.

Im Durchlicht kann das Bezugsnormale ein leerer Objektträger mit einem ebenso wie beim Objekt aufgetragenen Deckglas oder eine Leerstelle im Präparat sein. Die Anzeige entspricht dann dem 100 %-Wert. Im Auflicht verwendet man als Normale Spiegel mit z.B. Al oder Cr belegten Plättchen, Glasoberflächen oder Substanzen mit bekanntem Reflexionsgrad.

- * Einschalten des Interferenzfilters der Wellenlänge, für die die Messung ausgeführt werden soll.
- * Einschalten des Modulators durch Druck auf die Taste (105) am DIGIMIN.
- * Einregulieren der Hochspannung am VELONET 2, so dass am DIGIMIN ein Wert N angezeigt wird, der einem möglichst ganzzahligen Vielfachen des Transmissions- (τ_N) oder Reflexionsgrades (ρ_N) entspricht, z.B. bei $\rho_N = 4,2\%$ Anzeige N = 420 ($m = 100$) oder bei $\tau_N = 90\%$ Anzeige = 900 ($m = 10$).
- * Bezugsnormale aus dem Strahlengang entfernen.
- * Falschlicht F ermitteln.

{D}

{A}

Objekt mit z.B. Russpartikeln auf Objektisch auflegen, Russpartikel geeigneter Grösse an den Ort der Messfeldblende bringen.

evtl. schwarzes Velourpapier o.ä. auf den Stativfuss auflegen.

Anzeige am DIGIMIN ermitteln (z. B. 19)

Hinweis: Der Falschlichtanteil sinkt mit abnehmender Leuchtfeldblendingrösse und steigt mit zunehmender Verstaubung der Optik.

- * Bezugsnormale auflegen (Anzeige z. B. 420)
 - * Anzeige des DIGIMIN einstellen auf den Wert $N' = N \cdot \frac{N}{N-F}$ (im Beispiel $N' = 420 \cdot 420/(420 - 19) = 440$)
 - * Kontrolle der neuen Falschlichtanzeige F' (im Beispiel 20)
- Es muss sein $N' - F' = N$ ($440 - 20 = 420$).

Messung:

- * Auflegen der zu messenden Objekte und Ermitteln der DIGIMIN-Anzeige W.
- * Berechnen von τ_{ob} oder ρ_{ob} :

$$\{D\} \quad \tau_{ob} = (W - F') \cdot \frac{\tau_N}{N}, \text{ ist } \frac{N}{\tau_N} = m \quad \Rightarrow \tau_{ob} = \frac{W - F'}{m}$$

$$\{A\} \quad \rho_{ob} = (W - F') \cdot \frac{\rho_N}{N}, \text{ mit } \frac{N}{\rho_N} = m \quad \Rightarrow \rho_{ob} = \frac{W - F'}{m}$$

Hinweise:

- Die Anzeigen N' und F' sind ca. alle 10 - 15 min zu kontrollieren, gegebenenfalls zu korrigieren.
- Bei Objekt- oder Filterwechsel, sowie bei Änderung der Einstellung der Leuchtfeld- oder Aperturblende ist die Kalibrierung neu durchzuführen.
- Ohne besondere Einstellung bei der Kalibrierung erfolgt die Berechnung der Ergebnisse nach:

$$\{D\} \quad \tau_{ob} = \frac{W - F}{N - F} \cdot \tau_N$$

$$\{A\} \quad \rho_{ob} = \frac{W - F}{N - F} \cdot \rho_N$$

- Die Okulare und die linke Geräteseite sollten bei fotometrischen Messungen vor hellem Licht geschützt sein.

5.8. Messung kleiner lateraler Grössen

5.8.1. Messprinzip

Die Doppelbilder des Shearingverfahrens bieten die Möglichkeit der indirekten Längenmessung von Objektstrukturen. Die relative Genauigkeit dieser Messungen ist bei kleinen Objektgrössen bis ca. dem 10fachen der Auflösungsgrenze besser als die von Messungen mit der Okularmessplatte. Die Messung kann in Aufspaltungsrichtung unabhängig von der Lage des Objektes im Sehfeld erfolgen und ist vorteilhaft bei der Messung beweglicher Objekte. Sie ist notwendig bei der Messung von Neigungswinkeln bzw. Gangunterschiedsgradienten mit differentieller Bildaufspaltung. Die Messung erfolgt, indem das Bild der zu messenden Objektstruktur so weit aufgespalten wird, dass der Endpunkt der Strecke in einem der beiden Objektbilder mit ihrem Anfangspunkt im anderen zusammenfällt.

Vor Beginn stellt man bei monochromatischer Beleuchtung streifenfreies Feld im Shearingverfahren ein.

Durch die Bildaufspaltung entsteht im Austrittspupillenbild ein System von Interferenzstreifen.

Die Streifenabstände dieses Systems sind umso grösser, je kleiner die Messstrecke ist. Die Abstände dieser Interferenzstreifen werden gemessen und daraus in Verbindung mit einer Gerätekonzstante die gemessene Objektlänge berechnet. Die Gerätekonzstante muss durch einen Kalibrierungsvorgang ermittelt werden. Sie hat die Grösse von $C \approx 20 \mu m$ und differiert von Gerät zu Gerät etwas.

5.8.2. Messablauf

5.8.2.1. Kalibrierung

- * Objektmessplatte auflegen, vorgesehene Objektiv einschalten
- * Messplatte in Messplattenschieber einsetzen, Teilung horizontal ausrichten
- * Shearingverfahren einschalten, Feld streifenfrei einstellen, Spalt- oder Gitterblende aus Gerät entfernen, Aperturblende öffnen
- * Interferenzfilter 589 nm oder 551 nm einschalten
- * Teilung der Objektmessplatte horizontal ausrichten
- * Bild der Objektmessplatte je nach verwendetem Objektiv sorgfältig um 1 - 2 Teilstriche aufspalten (Kalibrierungsstrecke a')
- * Bertrandlinse einschalten
- * Abstand b der Interferenzstreifen ermitteln

Hinweis: Zur Verringerung der Unsicherheit dieser Messung kann über mehrere Streifen hinweg gemessen und durch die Anzahl der in der Messstrecke b' enthaltenen Interferenzstreifenintervalle n dividiert werden.

$$b = \frac{b'}{n}$$

Die Messstrecke b' wird so gewählt, dass sie 5 - 7 mm in der Messplattenebene beträgt.

- * Berechnung der Geraetekonstanten C fuer die Messung kleiner lateraler Groessen:

$$C = \frac{b' \cdot 551 (nm) \cdot a' \cdot \Gamma'}{n \cdot \lambda} \quad (mm \cdot \mu m)$$

mit Γ' = Objektivvergroesserung

und λ = Wellenlaenge der Beleuchtung

5.8.2.2. Messung

- * Voraussetzung: monochromatische Beleuchtung, streifenfreies Feld, Shearingeinsatz, Aperturblende offen.
- * Zu messendes Objekt so unter das Mikroskop legen, dass die zu messende Strecke horizontal liegt (evtl. durch Drehen des Objektisches) und scharf einstellen.
- * Bild des Objektes so aufspalten, dass es um die zu messende Strecke aufgespaltet ist.
- * Bertrandlinse einschalten.
- * Abstand b der Interferenzstreifen ermitteln, evtl. b' durch Messung ueber mehrere Interferenzstreifen-Intervalle n. Die Zahl der Interferenzstreifen-Intervalle wird so gewaehlt, dass der Abstand b' ca. 5 - 7 mm betraegt.
- * Berechnen der Laenge der gemessenen Strecke a

$$a = \frac{C \cdot n \cdot \lambda}{b' \cdot \Gamma' \cdot 551 (nm)} (\mu m)$$

5.8.2.3. Kalibrieren und Messen mit der gleichen Optikkombination

Verwendet man zum Messen und Kalibrieren die gleiche Optikkombination und Wellenlaenge, so kann man

$$\frac{C \cdot \lambda}{\Gamma' \cdot 551 (nm)}$$

zu einer Konstanten C' zusammenfassen, so dass

$$C' = \frac{a' \cdot b}{\Gamma'}$$

und unter Beibehaltung des Objektives und der Wellenlaenge

$$a = \frac{C' \cdot n}{b} \quad \text{ist.}$$

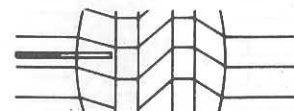
5.9. Messungen mit der Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie

Diese Einrichtung dient zur Ermittlung der Brechzahl von Einbettungsmedien direkt unter dem Mikroskop, z.B. bei Erreichen des Brechzahlabgleiches zwischen Mineralpartikeln, die auf der Einrichtung praepariert wurden, und dem Immersionsmedium. Die Messungen werden im Shearingverfahren durchgefuehrt. Wichtigster Bestandteil dieser Einrichtung ist das Traegerglas mit Nut. Diese Nut, die in ein Glas bekannter Brechzahl und Dispersion eingearbeitet ist, wurde so gestaltet, dass bei den praktisch auftretenden Anwendungsfaellen ein Erkennen der Groesse des Gangunterschiedes im monochromatischen Licht moeglich ist (sonst bestehende wegen der zu erwartenden Dispersionsunterschiede die Gefahr von Messfehlern). Zum Erzielen hoechster Messgenauigkeiten ist die Anwendung der zur Einrichtung gehoerenden geschliffenen Deckglaesser erforderlich. Fuer Messungen bis zu $\Delta n \pm 0,002$ reichen gute Deckglaesser aus.

Fuer die Arbeit mit der Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie sind prinzipiell alle auf Deckglasdicke 0,17 korrigierten Objektive mit der Vergroesserung $\geq 12,5 \times$ einsetzbar. Am einfachsten lassen sich die Messungen bei Anwendung des Objektives GF-PA 25 $\times/0,50 \infty/0,17$ durchfuehren. Die Messungen sind im monochromatischen Licht visuell oder mit dem VELOHET 2 (mittlere Messfeldblende zweckmaessig) durchzufuehren.

Je nach Brechzahldifferenz wird folgender Messablauf empfohlen: Vorbereitung

- * Ausrichten des Indexstriches neben der Nut in Aufspaltungsrichtung
- * Aufspalten des Bildes der Nut, so dass die beiden Bilder des Nutgrundes nicht vom Bild der Nutflanken ueberlagert sind, Einstellen von ca. 10 horizontalen Interferenzstreifen



Es ergibt sich dann der im Bild dargestellte Verlauf der Interferenzstreifen.

- * Drehen des Objektisches, so dass die beiden Bilder des Indexstriches aufeinander fallen.
- * Einsetzen eines Okularstrichkreuzes mit dem Messplattenschieber in den Strahlengang. Strich des Strichkreuzes genau parallel zu dem Indexstrich des Traegerglases ausrichten. Objektisch so verschieben, dass Indexstrich und Strichkreuzstrich aufeinander fallen.
- * Ausrichten der Interferenzstreifen genau parallel zum Strichkreuzstrich.

1. Kleine Brechzahldifferenzen

- * Einstellen eines Interferenzstreifens am Nutgrund im rechten Doppelbild symmetrisch zum Strich des Strichkreuzes (siehe(a)).
- * Gangunterschiedsanzeige am DIGIMIN mit Ruecksetztaste (111) auf "0" setzen.
- * Messphasenschieber so drehen, dass derselbe Interferenzstreifen rechts neben der Nut auf dem Strich des Strichkreuzes liegt. Damit befindet er sich links neben dem linken Doppelbild der Nut ebenfalls auf diesem Strich. Messphasenschieber weiter drehen, bis der Interferenzstreifen im linken Nutgrund symmetrisch zum Strich des Strichkreuzes liegt.
- * Ablesen der Anzeige A des DIGIMIN ($\hat{=}$ doppeltem Gangunterschied).
- * Berechnen des Gangunterschiedes Δ_λ und daraus der Brechzahl der Flussigkeit.

$$2\Delta = \Delta_\lambda \cdot A$$

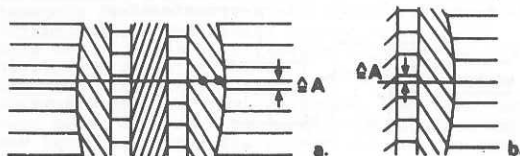
Hinweise:

- Auf diese Weise koennen die Messungen bis zu Gangunterschieden von ca. 4500 - 5000 nm durchgefuehrt werden.
- Vor der Messung ist es zweckmaessig, den Messphasenschieber in die Naehة einer Endlage zu stellen und mit dem Grobphasenschieber die 1. Interferenzordnung wieder in Feldmitte einzustellen.
- Bei Gangunterschieden von mehreren Wellenlaengen kann beim Drehen des Messphasenschiebers das Wandern des Interferenzstreifens vom Nutgrund zur Umgebung und umgekehrt am Strich des Strichkreuzes im Bereich des Bildes der aussen liegenden Flanken der Nut verfolgt werden.

2. Grosse Brechzahl Differenzen

Sind im Bereich der Planke mehr als 8 Interferenzstreifen vorhanden, muss folgende Methode angewandt werden:

- * Einstellen eines Interferenzstreifens am Nutgrund im rechten Doppelbild symmetrisch zum Strich des Strichkreuzes (siehe a).
- * Auszählen der Interferenzstreifen auf der Planke der Nut (Ermitteln der Zahl n der Schnittpunkte von Interferenzstreifen mit dem Strich des Strichkreuzes).
- * Gangunterschiedsanzeige des DIGIMIN mit Ruecksetztaste (111) auf "0" stellen.
- * Verstellen des Messphasenschiebers, bis der zum letzten Schnittpunkt gehörende Interferenzstreifen neben der Nut symmetrisch zum Strich des Strichkreuzes liegt (siehe b).



- * Ablesen der DIGIMIN-Anzeige A .
- * Berechnen des Gangunterschiedes Δ aus

$$\Delta = n \cdot \lambda + k_{\lambda} \cdot A$$

(Δ = einfachem Gangunterschied).

Hinweis:

- Bei Anwendung dieser Methode geht die Unsicherheit der Wellenlänge in die Messung mit ein.

Berechnung der Brechzahlen

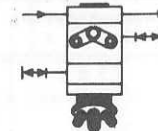
$$n_{fl(\lambda)} = n_{R(\lambda)} + \frac{\Delta(\lambda)}{d}$$

- $n_{fl(\lambda)}$ = wellenlaengenabhaengige Brechzahl der untersuchten Fluessigkeit
- $n_{R(\lambda)}$ = wellenlaengenabhaengige Brechzahl des Traegerglases (aus Pruefprotokoll zu entnehmen)
- $\Delta(\lambda)$ = wellenlaengenabhaengiger vorzeichenbehafteter Gangunterschied von Fluessigkeit gegenueber Traegerglas
- d = Tiefe der Nut der Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie am Indexstrich (aus Pruefprotokoll zu entnehmen).

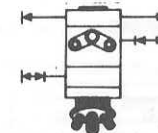
6. Mikrofotografische Arbeiten

Mikrofotografische Arbeiten koennen unter Verwendung der Tubusanpassung pol und einer Ausruestung des AKS-Systems durchgefuehrt werden. Im Hinblick auf kurze Belichtungszeiten ist die Anwendung des Projektives 3,2:1 und von Kleinbild 24 x 36 zu empfehlen.

Wird in den Messplattenschieber die Formatplatte mit Strichbild nach oben zeigend eingesetzt, die Okulare scharf auf diese Platte eingestellt (siehe Pkt. 3.4.), so ist ein gleichzeitig mit dem Strichbild scharfes Objekt auch in der Filmebene scharf abgebildet. Fuer die Fokussierung ist folgende Zugstangenstellung erforderlich:



Vor der Belichtung ist die obere linke Zugstange bis Anschlag herauszuziehen



Die Bedienung der zum AKS-System gehoerenden Einheiten ist aus der Gebrauchsanleitung zu entnehmen (30-60-600).

H R

7. Tabellen, Faktoren

7.1. Tubusfaktoren, Vergrößerungen

Tubusfaktor	Messplattenebene	0,8 x
Tubusfaktor	Okularzwischenbild	1,0 x
Tubusfaktor	Fotoausgang	0,8 x
Tubusfaktor	Ebene fuer Halbschattenplatte	0,5 x

Die Faktoren gelten fuer den Hellfeld- und Interferometerweg.

Vergrößerungstabelle

Objektiv	Vergrößerung mit	
	Okular 10 x	Okular 16 x
GF-PA 6,3x/0,12	63 x	100 x
GF-PA 12,5x/0,25	125 x	200 x
GF-PA 25x/0,50	250 x	400 x
PA(fl) 50x/0,95 ; PA 50x/0,80	500 x	800 x
PA HI 100x/1,30	1000 x	1600 x

7.2. Aufspaltung mit den Gitterblenden

Durchlicht {D}

Gitter	5	10	20	40	80
Aufspaltung in der Objektebene ($\lambda=551$ nm)	(30) ⁴ 6,3 μ m	(60) ⁴ 12,5 μ m	(120) ⁴ 25 μ m	(240) ⁴ 50 μ m	100 μ m

Objektiv	Aufspaltung in der Messplattenebene (mm)				
6,3 x *	0,15	0,30	0,60	1,20	/2,400/
12,5 x	0,064	0,125	0,250	0,500	1,000
25 x	0,125	0,250	0,500	1,000	2,000
50 x	0,250	0,500	1,000	2,000	-
100 x	0,500	1,000	2,000	-	-

* Gitterblendenrevolver umgekehrt an der Modulatoraufnahme des Uebersichtskondensors ansetzen und Kondensor in Arbeitsstellung bringen.

1.) bei Verwendung des Objektives 6,3 x
/ /nicht zu empfehlen

Auflicht {A}

Gitter	grob			fein
	0,25 (0,30) ²	0,50 (0,60) ²	1,00 (1,20) ²	2,00 (-) ² 2.)
Aufspaltung (mm) in der Messplattenebene bei $\lambda = 551$ nm				
Objektiv	Aufspaltung in der Objektebene (μ m)			
6,3 x **	60	120	240	-
12,5 x	25	50	100	200
25 x	12,5	25	50	100
50 x	6,3	12,5	25	50
100 x	3,2	6,3	12,5	25

** Hilfslinse 6,3 x in Leuchtfeldblende einsetzen
2.) bei Objektiv 6,3 x

7.3. Interphako

Maximalgroesse der fuer Gangunterschiedsmessungen moeglichen Objektdetails:
Groesse in der Messplattenebene: = 0,125 mm

Objektiv	6,3x***	12,5x	25x	50x	100x
Groesse in der Objektebene (μ m)	25	12,5	6,4	3,2	1,6

*** nur Auflicht moeglich
Bei groesseren Objekten steigen die Messfehler rasch an.

7.4. Groesse der Messfeldblenden im Objekt (μ m)

Objektiv	6,3x	12,5x	25x	50x	100x	Bl.-groesse
Messfeldblende klein	16	8	4	2	1	80
" mittel	20	10	5	2,5	1,25	100
" gross	25	12,5	6,3	3,2	1,6	125

7.5. Objektgroessenmessung mit Okularmessplatte

$$l = \frac{1,25 \cdot L}{\Gamma'_{ob}}$$

l = Objektgroesse
 L = Bildgroesse des gemessenen Objektes in der Messplattenebene
 Γ'_{ob} = Objektivvergroesserung

3. Pflege des Gerätes

Bei sorgfältigem Umgang mit dem Gerät sind kaum Pflegearbeiten erforderlich. Das Gerät muss vor Staub geschützt werden. Besonders wirkt sich Staub auf der Kondensorfrontlinse und auf den Objektiven aus. Daher sind von Zeit zu Zeit mit dem Reinigungsbesteck die Kondensorfrontlinse zu säubern, gegebenenfalls die Lichtaustrittsfläche der Objektive. Gute Bilder setzen selbstverständlich auch von Staub, Kratzern, Resten des Einbettungsmediums und Resten des Immersionsmediums freie Präparate voraus.

Objektive, die nicht am Gerät angeschraubt sind, müssen in der Schutzkappe aufbewahrt werden, da sich die Frontlinse der Objektive sehr schwierig reinigen lässt. Immersionsobjektive sind sofort nach Abschluss der Arbeiten mit Xylol oder einem ähnlichen Reinigungsmittel (nicht Spiritus oder Aceton) zu säubern.

Um Staubablagerungen im Innern des Tubus zu vermeiden, sollen ständig ein Verfahrensschieber in der Öffnung (32) des Interferenzstubs IM (29), der Messplattenschieber (69) in der Öffnung (42) und die Halbschattenplatte oder der entsprechende Staubschutzschieber im Tubus verbleiben.

Nach 5 Jahren empfiehlt sich eine Überprüfung des Gerätes durch den Service.

9. Erläuterung der Bezugswahlen

Bild 1. JENAVAL interphako

Einheiten mit der Bezeichnung {D} oder {A} hinter der Bildnummer sind entweder nur im JENAVAL interphako {D} oder JENAVER interphako {A} enthalten.

- 1 Verbindungsschrauben Stativ - Leuchte
- 2 Filterrevolver
- 3 Halteschraube des Filterrevolvers
- 4 Mehrzweckleuchte
- 5 Klemmschraube fuer Objektivreolver
- 6 Schutzkappe fuer Filterhaus
- 7 Knopf zur Pupillenfokussierung
- 8 Öffnung zur Aufnahme der Halbschattenplatte
- 9 Knopf zur Einstellung vertikaler Interferenzstreifen
- 10 Öffnung zur Korrektur der Verfahrenseinsätze
- 11 Haube IM
- 12 Öffnung zur Aufnahme des Messplattenschiebers
- 13 Klemme zur Befestigung der Fotoausrüstung
- 14 Fotoausgang
- 15 Zugstange zur Umschaltung vis. Beobachtung (mit Mess- und Strichplatten) - Fotografie
- 16 Okulare
- 17 Stellringe zur Tubusfokussierung
- 18 Binokularer Tubus
- 19 Klemme fuer den binokularen Tubus
- 20 Zugstange zur Umschaltung Hellfeld - Interferenz
- 21 ansetzbarer, zentrierbarer Objektivreolver
- 22 Objektisch
- 23 Filterhalter
- 24 Handauflagen
- 25 Schwalbe zur Befestigung des Tischträgers
- 26 Grundstativ JENAVAL

Bild 2. JENAVAL interphako

- 27 Öffnungen zur Objektivzentrierung
- 28 Messphasenschieber
- 29 Interferenzstubs

- 30 Zugstange zur Umschaltung VELOMET-Strahlengang - Fotografie
- 31 Zugstange fuer Bertrandlinse
- 32 Öffnung zur Aufnahme der Verfahrensschieber (hier Shearing-Schieber eingesetzt)
- 33 Klemmschraube fuer den Interferenzstubs
- 34 Revolverträger IM
- 35 Klemmschraube fuer Tischdrehung
- 36 Grobtrieb
- 37 Feintrieb
- 38 Leuchtfeldblendeneinstellung
- 39 Tischtriebknoepfe
- 40 Kondensortriebsknopf
- 41 Klemmschraube fuer Kondensoreinbaenger
- 42 Klemmschraube fuer Tischbewegung in y-Richtung

Bild 3. Ausrüstungseinheiten fuer JENAVAL interphako und JENAVER interphako

- 43 D Ringblendenrevolver
- 44 D Klemmschraube
- 45 D Raedchen zur Richtungskorrektur der Gitterplatte
- 46 D Gitterblendenrevolver
- 47 D Sichtfenster mit Anzeige des eingeschalteten Gitters (bei (43) der eingeschalteten Ringblende)
- 48 D Stellschraube zur Einstellung der Spaltbreite und -richtung
- 49 D Spaltblende
- 50 A Gitterblendenschieber
- 51 A Stellschraube zur Aperturblendenzentrierung (bei (54) und (55) zur Leuchtfeldblenden- bzw. Ringblendenzentrierung)
- 52 A Raedchen zur Einstellung der Aperturblendengroesse (bei (54) der Leuchtfeldblendengroesse)
- 53 A Aperturblendenschieber (mit Mattglas)
- 54 A Leuchtfeldblendenschieber (ohne Mattglas)
- 55 A Ringblendenschieber ((53), (54) und (55) werden mit angeschraegter Seite nach oben in den Auflichtträger IM eingesetzt)
- 56 A Klemmschraube fuer Richtungskorrektur der Gitterblenden
- 57 A Raedchen zum Wechsel der Gitterblenden
- 58 A Hebel zur Begrenzung der Spalt- bzw. Gitterlaenge (= Aperturblendenfunktion)
- 59 A Stellschraube zur Einstellung der Spaltbreite und -richtung
- 60 Phasenkontrast-Einsatz
- 61 Platte mit Öffnung zur Korrektur des Interphakoschiebers
- 62 Grobphasenschieber des Interphakoschiebers
- 63 Interphako-Einsatz
- 64 Knopf zur Einstellung der Bildaufspaltung
- 65 Knopf zur Einstellung horizontaler Interferenzstreifen (ebenfalls am Interphakoschieber (63) vorhanden)
- 66 Markierungsstrich zur Voreinstellung des Grobphasenschiebers
- 67 Shearing-Einsatz
- 68 Aufnahme fuer die Mess- und Strichplatten
- 69 Messplattenschieber
- 70 Raedchen zur Einstellung der Richtung der Teilungen und Strichfiguren
- 71 Halbschattenplattenschieber
- 72 A Spaltblendenschieber
- 73 A Hilfslinse 6,3 (bei Anwendung des Objektives GF PA 6,3 x im Auflicht anzuwenden)
- 74 4kt.-Aufsteckschluessel (□ 1,4)
- 75 Steckschluessel B
- 76 Ringblende
- 77 Öffnungen zur Zentrierung der Ringblenden

Bild 4. Anordnung der Zubehoereinheiten im Aufbewahrungsbehälter

78	Aufbewahrungsbehälter fuer Zubehoereinheiten
79	Okularstrichkreuz
80	Okularmessplatte
81	Formatplatte
82	Objekttträger fuer Auflicht
83	Blendenschieber 6,3 (anzuwenden im Auflicht bei Arbeiten mit Objektiv GF PA 6,3 x)
84	D Testplatte D
85	A Testplatte A
86	Okulare P 16 x (12,5)
87	4kt.-Aufsteckschlüssel (□ 3)
88	Stiftschlüssel
89	Interferenzfilter IF 546
90	Pipette fuer Immersionsöl
91	Immersionsöl
92	Dämpfungsfilter D 2866/32
93	Konversionsfilter G 311/32
94	Grünfilter V 231 G/32

Bild 5. Durchlicht - Kondensor

95	Zentrierschrauben fuer Apertur-, Spalt-, Gitter- u. Ringblenden
96	Arretierungshebel fuer Kondensor apl achr 0,8
97	Zentrierschrauben fuer Kondensor
98	apl achr Kondensor 0,8
99	Aperturblende des Uebersichtskondensors 0,2
100	Uebersichtskondensor 0,2
101	Aufnahmezunge fuer Blendeneinheiten des Uebersichtskondensors
102	Aperturblende des Kondensors apl achr 0,8
103	Aufnahmezunge fuer Blendeneinheiten des Kondensors apl achr 0,8

Bild 6. JENAVERT interphako

104	Auflichtträger IM
-----	-------------------

Bild 7. JENAVERT interphako mit DIGIMIN und VELOMET 2

105	Start - Stop - Taste fuer Modulatoren
106	Umschalter fuer objektive Gangunterschiedsmessung - Fotometrie
107	VELOMET 2
108	Netzkontrolleuchte
109	Netzschalter fuer VELOMET 2
110	DIGIMIN
111	Ruecksetztaste fuer Gangunterschiedsanzeige
112	Umschalter Gangunterschiedsanzeige - VELOMET 2 - Betrieb

Bild 8. VELOMET 2 Teil der Vorderansicht

113	Einstellknopf fuer Hochspannung (Empfindlichkeit)
114	Signal - Kontroll - Anzeige
115	Lichteintritt
116	Steckverbinder
117	Aufnahmeschwalbe

Bild 9. Versandbehälter mit Ausrüstungseinheiten

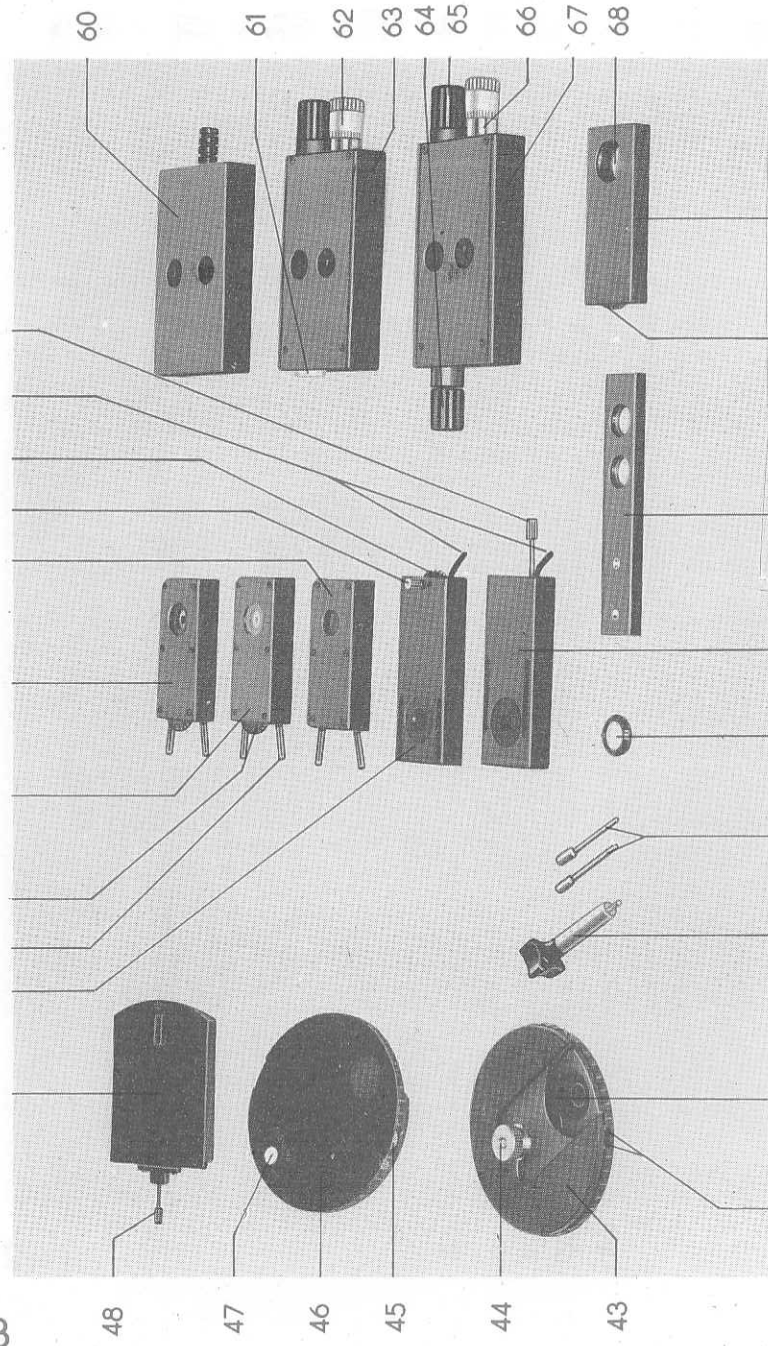
118	Einrichtung fuer mikroskopische Refraktometrie
119	Interferenzfiltersatz
120	Objektive
121	Kondensoreinbaenger
122	Polarisator orientierend

Bild 10. Lampenaufnahme

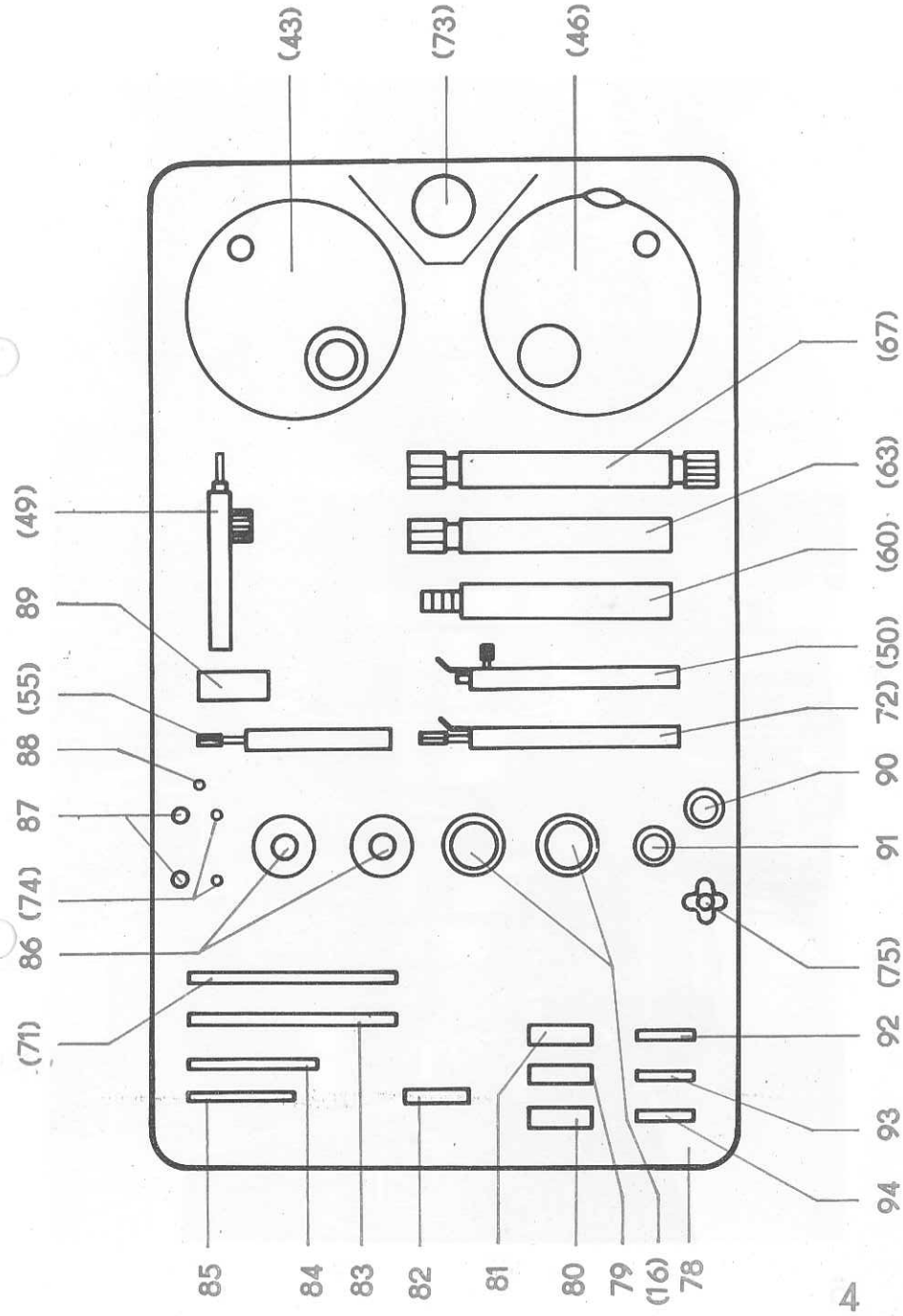
123	Lampenaufnahme mit Stecker
124	Hohlspiegel
125	Klemmschrauben fuer Lampe
126	Zentriernase
127	Zentriersockel der Lampe
128	Fuhrleitung (mit Isolierperlen ueberzogen)

Bild 11. Ruecksicht des DIGIMIN

129	Verbindungsbuchse
130	Feinsicherung
131	Feinsicherung
132	Netzanschlusskabel
133	Netzschalter



77 76 75 74 73 72 71 70 69

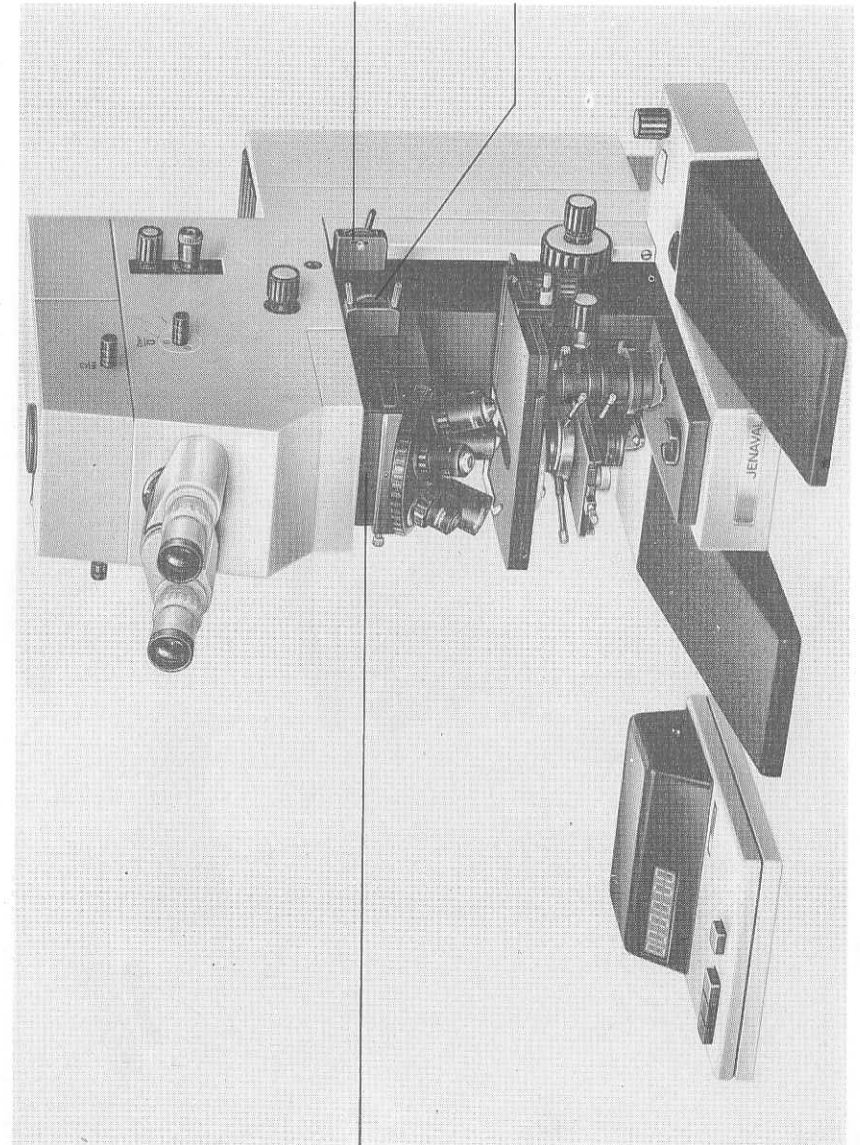




98
97
96
95

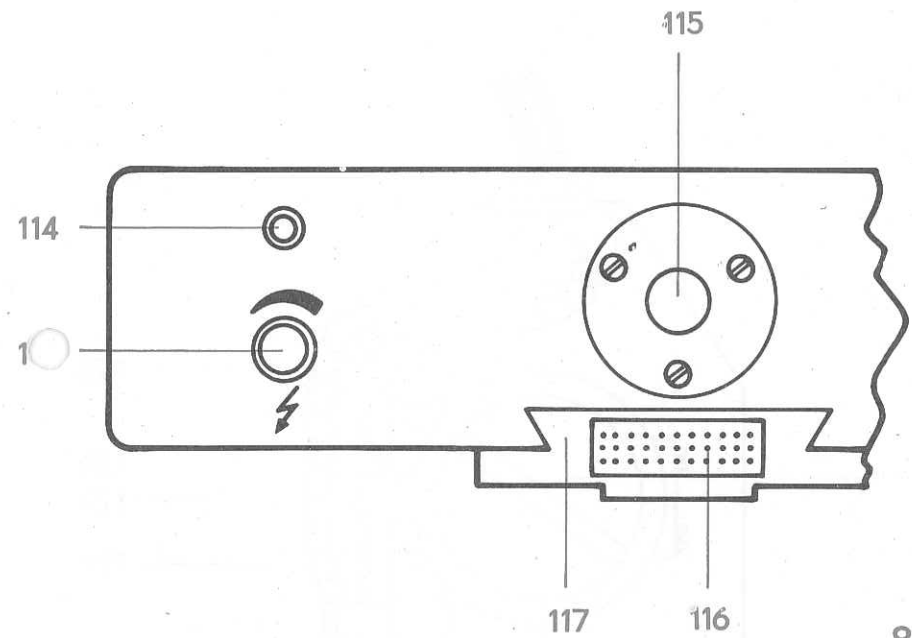
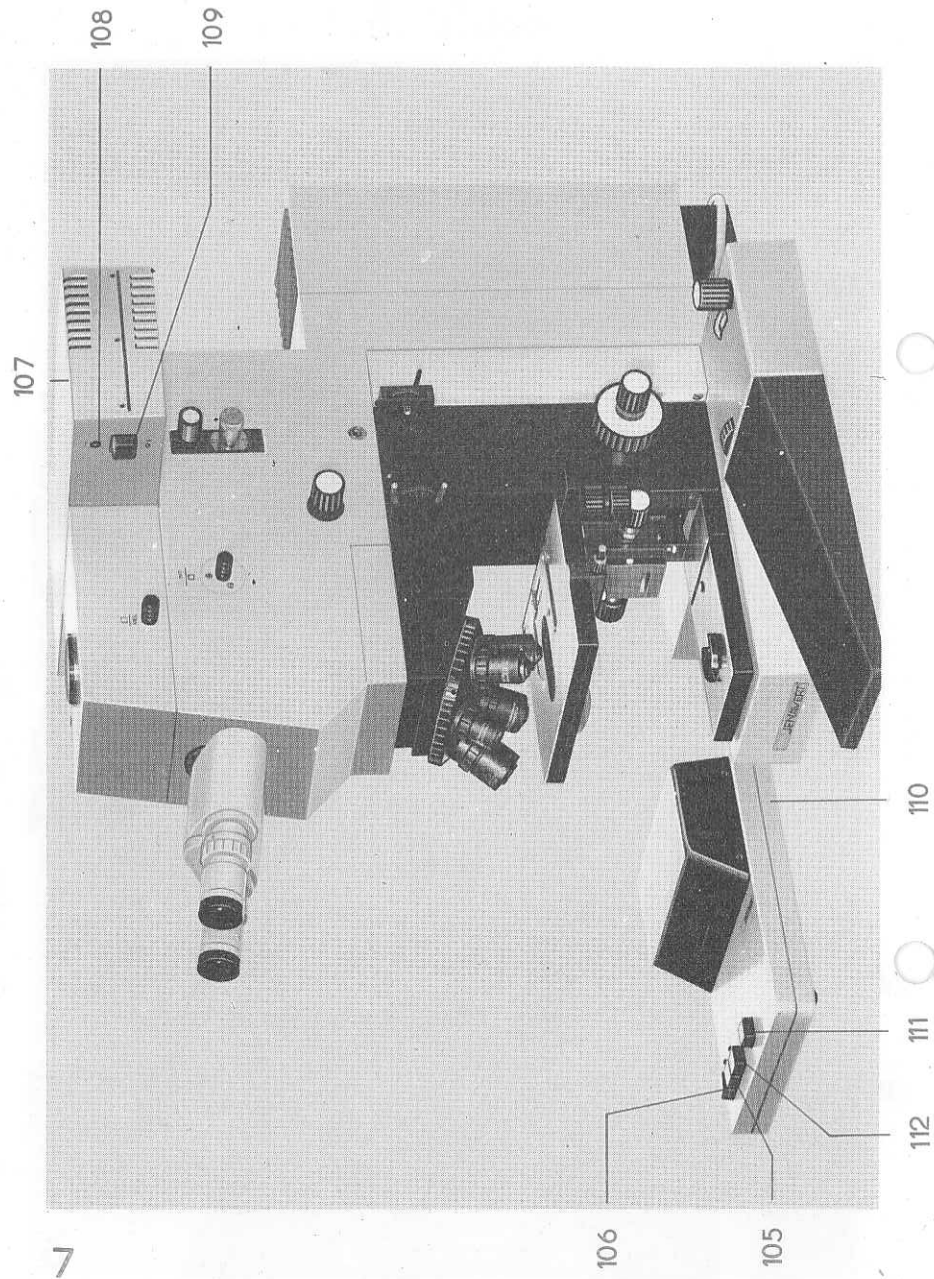
99
100
101

103 102

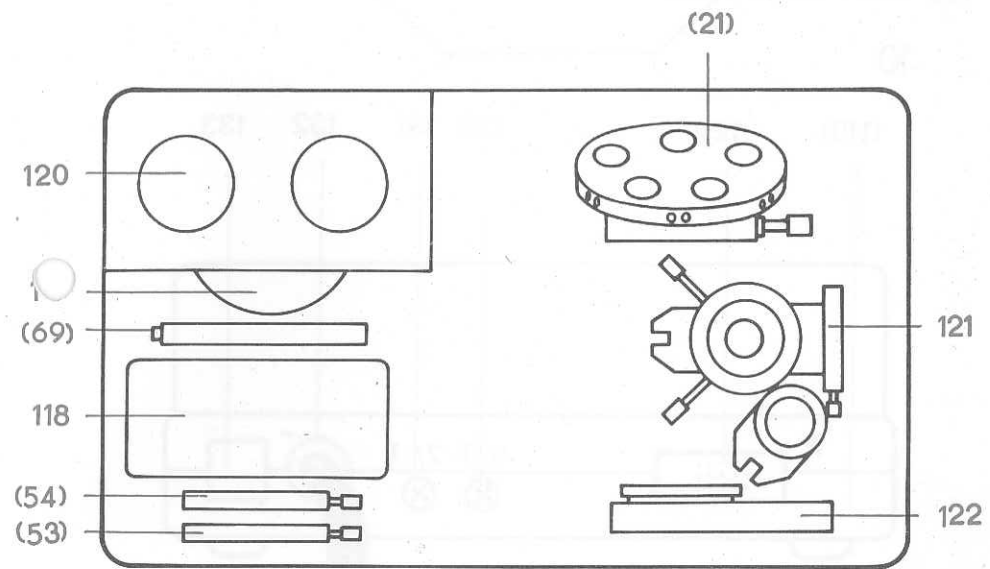


(50)
(53)
(55)
oder
(72)
(54)

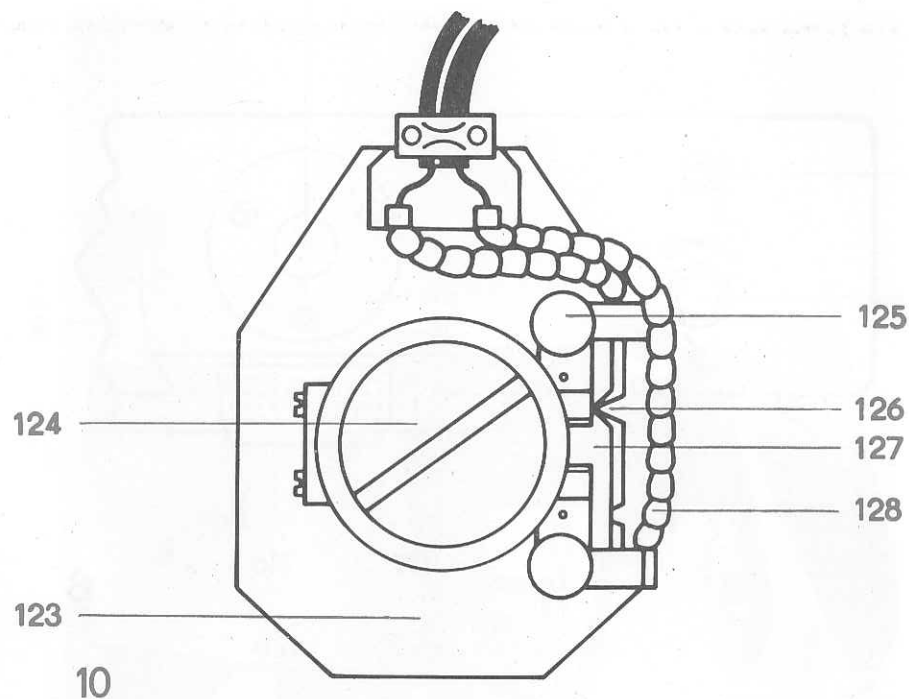
104



8



9



Prüfchein

Gangunterschied Δ des Testobjektes

Das zu Ihrem Gerät gelieferte Auf-, Durchlicht-Testobjekt muß unter folgenden Bedingungen

Objektiv 12,5x/0,25

Shearingverfahren

Gitter 20 bei Durchlicht mit 2. größter Gitterkonstante

Interferenzfilter $\lambda = 589 \text{ nm}$

Aperturblende auf ca. 2/3 der Objektivapertur geschlossen

einen Gangunterschied von $\Delta =$

..... $\pm 0,5 \text{ nm}$

aufweisen.

Meßunsicherheiten:

Visuell ohne Halbschattenplatte

$0 \pm 2 - 4 \text{ nm}$

bei 10 Messungen

Visuell mit Halbschattenplatte

$0 \pm 1 - 2 \text{ nm}$

bei 10 Messungen

VELOMET 2

$0 \pm 0,5 \text{ nm}$

bei 4 Messungen

Einlage 1 zu 30-GO 320-1

Prüfchein

Skalenfaktor für die Gangunterschiedsmessung

Für die verschiedenen Wellenlängen sind die am DIGIMIN angezeigten Werte zur Ermittlung des genauen Gangunterschiedes mit folgenden Skalenfaktoren zu multiplizieren:

Wellenlänge λ (nm)

Skalenfaktor K_λ (-)

$\lambda = 656 \text{ nm}$

$K_{656} =$

$\lambda = 589 \text{ nm}$

$K_{589} =$

$\lambda = 546 \text{ nm}$

$K_{546} =$

$\lambda = 486 \text{ nm}$

$K_{486} =$

Zuordnung der Objektive zu den Augen des Objektivrevolvers

Objektiv (Nr.)

Anschluß-Nr. im Revolver

6,3x/0,12

12,5x/0,25

25x/0,50

50x/0,80 bzw.

0,95

100x/1,30

Einlage 2 zu 30-GO 320-1

