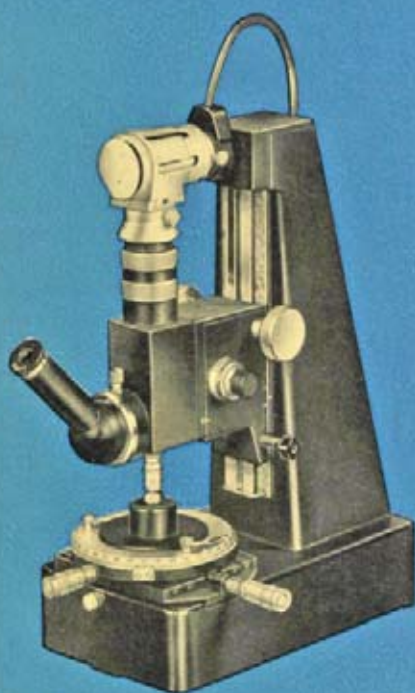


Großes Interferenzmikroskop



CARL ZEISS
JENA



Bild 1. Abnahme einer Serie Großer Interferenzmikroskope in unserem Werk

Titel: Prüfen einer Kugel

Großes Interferenzmikroskop

Prüfungen der Oberflächengüte bzw. Messungen der Rauhtiefen an Werkstücken, Einbauteilen usw. mit Hilfe der Lichtinterferenz sind seit vielen Jahren bekannt. Auch das von uns entwickelte Große Interferenzmikroskop dient zum Feststellen bzw. Messen der Tiefe von Bearbeitungsspuren, und zwar nicht nur an Kugeln und Zylindern, sondern vor allem auch an ebenen Flächen. Eine photographische Einrichtung gestattet, für Dokumentationszwecke Aufnahmen der jeweiligen Interferenzbilder anzufertigen. Nach Entfernen der Vergleichsplatte und bei Verwendung von weißem Licht ist das Mikroskop auch für Betrachtungen im Auflicht zu gebrauchen.



Bild 2. Entstehung der Mehrfachreflexion
 a = einfallender Lichtstrahl
 b = teildurchlässige Reflexionsschicht
 c = Oberfläche des Prüflings

Meßprinzip

Im Gegensatz zum Zweistrahlverfahren arbeitet unser Großes Interferenzmikroskop nach dem Mehrstrahlverfahren, um das sich Tolansky besondere Verdienste erworben hat.

Bei dem ersteren Verfahren wird jeder Lichtstrahl in zwei Teilstrahlen aufgespalten und dann wieder vereinigt. Die erzeugten Interferenzstreifen sind im Verhältnis zum Streifenabstand sehr breit.

Beim Mehrstrahlverfahren hingegen gelangen nach der Aufspaltung des Lichtes mehrere Strahlen zur Interferenz. Dazu müssen die interferierenden | Strahlen sehr nahe beieinanderliegen. Das wird erreicht durch

- a) einen minimalen Abstand zwischen der mit einer teildurchlässigen, reflektierenden Schicht versehenen Vergleichsplatte und der zu prüfenden Oberfläche,
- b) eine geringe Neigung beider Flächen zueinander.

Auf diese Weise sind sehr kontrastreiche Interferenzstreifen mit steilem Inten-

sitätsverlauf zu erzielen, die im Verhältnis zu ihren Abständen sehr schmal sind und bei denen daher auch sehr kleine Auslenkungen sicher ausgewertet werden können.

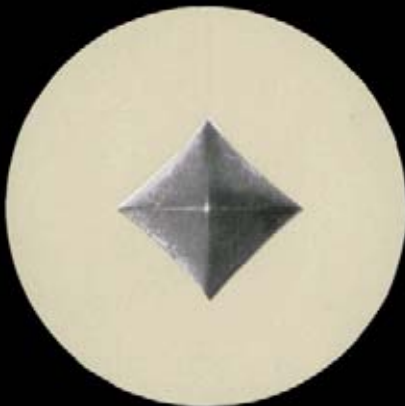
Anwendungsmöglichkeiten

Mit dem Großen Interferenzmikroskop lassen sich die Rauigkeiten an Prüflingen sowohl mit konvexen als auch mit ebenen Flächen bestimmen, z. B. an Kugeln, Zylindern, Parallel-Endmaßen usw. Insbesondere sind mit dem Gerät folgende Arbeiten durchführbar:

1. Messen von Rauigkeiten an technischen Oberflächen
2. Prüfen der Makro- und Mikrogeometrie von Oberflächen
3. Messen von Aufwulstungen, z. B. bei Härteeindrücken
4. Messen der Schichtdicke von auf Glas aufgedampften Maßstabsstrichen und Strichplattenfiguren

Bild 3. Vickers-Härteeindruck im normalen Auflichtmikroskop. Es ist nicht zu erkennen, ob der Eindruck gleichmäßig erfolgte

Bild 4. Der gleiche Eindruck im Interferenzmikroskop als Beweis für einen schubfrei arbeitenden Diamanten



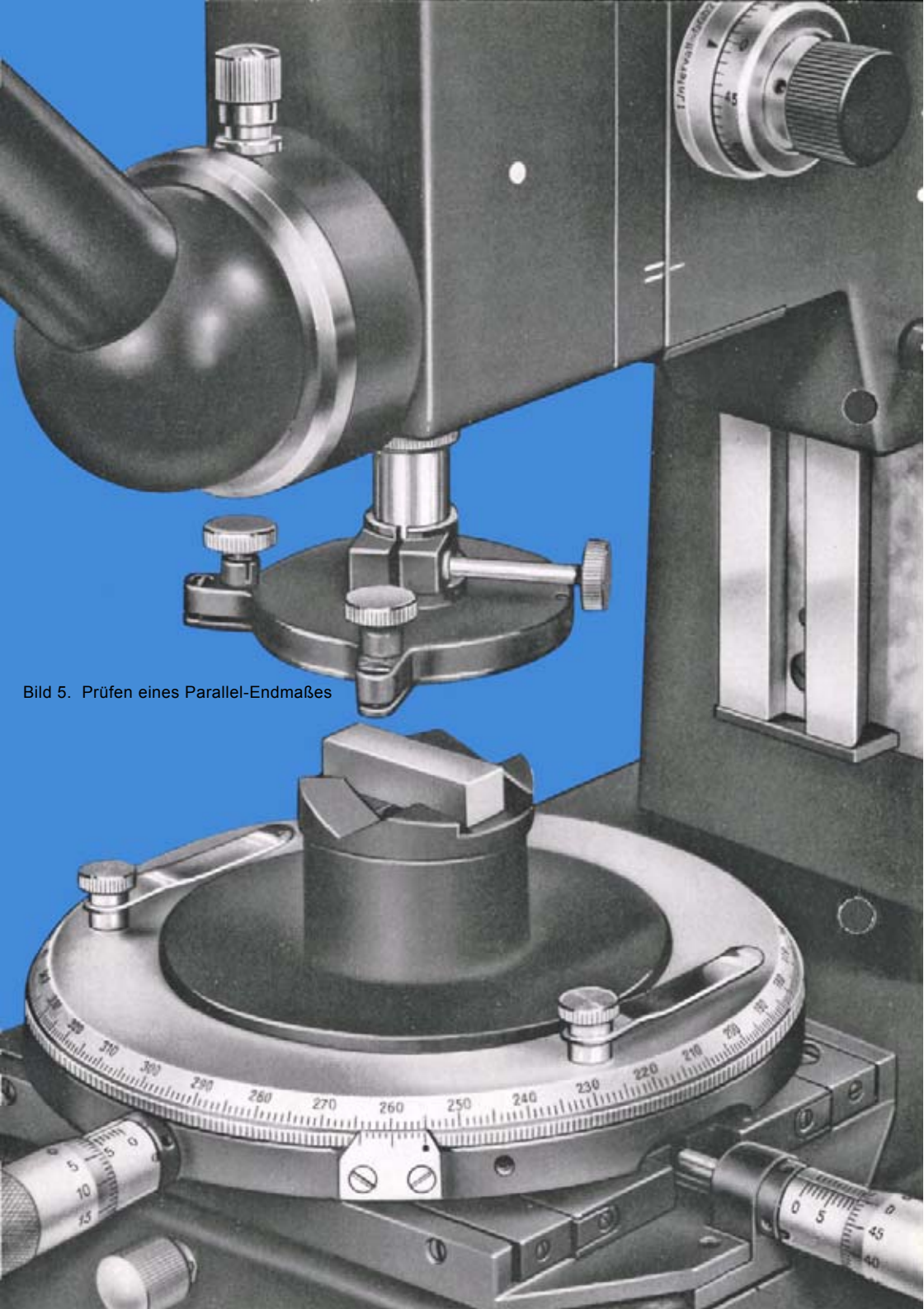


Bild 5. Prüfen eines Parallel-Endmaßes

Beschreibung

Ein stabiler Fuß nimmt den Meßtisch nebst den verschiedenen Einsätzen zum Auflegen der Prüflinge sowie den Ständer mit dem Mikroskop und der Beleuchtungseinrichtung auf.

Der **Meßtisch** zum Ausmessen der Abstände von Schleifriefen usw. ist als Kreuztisch ausgebildet. Mit je einer Feinmeßschraube kann er in der x- und in der y-Achse meßbar verschoben werden. Er ist außerdem zum winkelmäßigen Einstellen mit einer 360°-Teilung sowie einem 6'-Nonius versehen.

Zum Aufnehmen der Prüflinge dienen entweder die Glasplatte des Meßtisches unmittelbar oder verschiedene Einsätze, die auf den Meßtisch anstelle der Glasplatte - zum Teil unter Benutzung eines Zwischenstückes - aufgelegt werden. Zur Ausrüstung des Gerätes gehören je ein großes und kleines V-Lager zum Aufnehmen zylindrischer Prüflinge (das kleine V-Lager besitzt zusätzlich eine Planfläche zum Auflegen von ebenen Prüflingen) sowie je ein großer und kleiner Zentrier-Kegeleinsatz zum Aufnehmen kugeliger Prüflinge.

An der Vorderseite des **Ständers** gleitet in einer Schwalbenschwanzführung das Mikroskop. Es läßt sich mittels Triebes und Zahnstange in der Höhe verschieben und mit einer Klemmschraube in der eingestellten Höhenlage festhalten. Zwei Rändelknöpfe dienen zur Höhen-Feineinstellung. Im Innern des Ständers gleitet ein Gegengewicht, das eine leichte Höhenverschiebung des Mikroskops ermöglicht und durch ein Tragband mit ihm verbunden ist.

Die an der Vorderseite des Mikroskops befindliche Rändelschraube klemmt den Schrägtubus fest. In diesen läßt sich entweder ein Huygens-Okular 7x oder ein orthoskopisches Okular 17x einsetzen. Jedes der beiden einstellbaren Okulare ist mit einer Strichkreuzplatte ausgerüstet, deren Aufgabe es ist, das Schätzen der Interferenzstreifen zu erleichtern bzw. Messungen in Verbindung mit dem Koordinatenmeßtisch zu ermöglichen. Je nach Wahl der Objektive und Okulare ergeben sich verschiedene mikroskopische Vergrößerungen (s. Aufstellung S. 15).



Bild 6.



Bild 7.



Bild 8.



An der Unterseite des Mikroskops ist wahlweise das achromatische Objektiv 10/0,30 oder 20/0,40 einzuschrauben. Mit Hilfe der beiden Rändelringe oberhalb des Mikroskopkörpers sind die Aperturblende zum Abdunkeln des Sehfeldes und die Leuchtfeldblende zur Größenbeschränkung des Sehfeldes einstellbar.

Die Beleuchtungseinrichtung - eine Thallium-Spektrallampe nebst Gehäuse und Zuleitung - wird auf den Beleuchtungsstützen oberhalb der beiden Rändelringe geschoben und geklemmt. Damit sich die monochromatischen Lichtstrahlen genau in die optische Achse des Mikroskops bringen lassen, ist die Lampe mit allen erforderlichen Bewegungseinrichtungen ausgestattet. Die Zuleitung ist an die Drosselspule anzuschließen.

Zum **Zubehör** gehören noch je sechs Vergleichsplatten 2 bzw. 4 Ø mit Schraubfassung sowie je zwei Vergleichsplatten 2 bzw. 4 Ø mit Steckfassung. Der Unterschied beider Arten besteht darin, daß die Platten mit Steckfassung unmittelbar an das Objektiv angesteckt, die mit Schraubfassung aber in den Interferenzkopf eingeschraubt werden, der seinerseits ebenfalls am Objektiv ansteckbar ist. Der Interferenzkopf ist - besonders beim Prüfen zylindrischer und ebener Flächen - zum Bilden des notwendigen Keilwinkels erforderlich. Beim Betätigen der beiden Rändelschrauben kann man die Membrane mit der darin befindlichen Vergleichsplatte in zwei zueinander senkrechten Richtungen kippen. Dadurch verschieben sich die Interferenzstreifen in die gewünschte Richtung; bei ebenen Flächen ist außerdem die Streifenbreite beliebig einstellbar.

Neuerdings haben wir den Interferenzkopf zusätzlich mit einer Abhebevorrichtung versehen (auf den gezeigten Bildern noch nicht enthalten). Diese ermöglicht es, die Vergleichsplatte vom Prüfling abzuheben, wenn dessen Verschiebung erforderlich ist. Ein Zerkratzen der sehr empfindlichen Vergleichsplatten wird somit vermieden.

Bild 6. Tischeinsätze: großes V-Lager, Zwischenstück, kleines V-Lager, Zentrier-Kegeleinsätze

Bild 7. Okulare, Objektive, Strichkreuzplatten in Behältern

Bild 8. Interferenzkopf sowie einige Vergleichsplatten mit Steck- und mit Schraubfassung



Bild 9. Zubehörbehälter



Bild 10. Behälter für photographische Einrichtung

Auswertung

Das Mehrstrahlverfahren ergibt bei visuellem Einblick Auswertemöglichkeiten der Streifenauslenkung bis $1/10$ Streifenbreite (geschätzt), bei photographischen Aufnahmen mit entsprechenden Vergrößerungen günstigstenfalls bis $1/20$ Streifenbreite (meßbar).

Da eine Streifenbreite der halben Wellenlänge des benutzten Lichtes entspricht, sind die mikrogeometrischen Unebenheiten leicht feststellbar und lassen sich auf folgende Weise bequem errechnen:

Bild 11. Erläuterung der Streifendeutung

$\lambda/2 \approx 268 \text{ nm}$ (Streifenabstand)
 $0,5 =$ geschätzte Streifenauslenkung



a) ohne photographische Einrichtung

Die Wellenlänge des benutzten Thalliumlichtes ist 535 nm^* , eine halbe Wellenlänge ($\lambda/2$), die **einem** Streifenabstand (von Streifenmitte zu Streifenmitte) entspricht, demnach $\approx 268 \text{ nm}$.

Auf Bild 12 beträgt die Streifenauslenkung an der mit dem Pfeil gekennzeichneten Stelle etwa $0,5$ Streifenbreite, die Rißtiefe dementsprechend $268 \text{ nm} \cdot 0,5 = 134 \text{ nm}$, also etwa $0,13 \mu\text{m}$.

b) mit photographischer Einrichtung

Die Wellenlänge bei Benutzung des Interferenzfilters für die Lichtwurflampe ist 555 nm , $\lambda/2$ also $\approx 278 \text{ nm}$.

Bei einer Streifenauslenkung von etwa $0,3$ Streifenbreite (s. Bild 14) ergibt sich für die Rauigkeit R: $278 \text{ nm} \cdot 0,3 = 83 \text{ nm}$, also etwa $0,08 \mu\text{m}$.

*) $\text{nm} =$ Nanometer; $1 \text{ nm} = 0,000\,001 \text{ mm}$

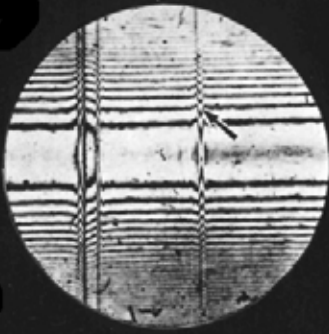


Bild 12

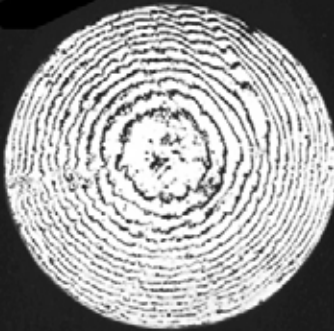


Bild 13

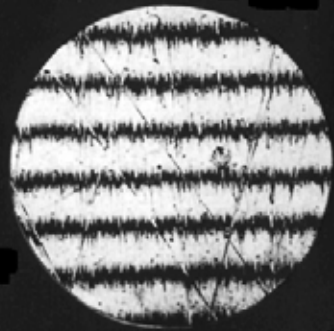


Bild 14

- Bild 12. Meßdraht mit Beschädigungen (Risse)
Bild 13. Kugel mit schlechter Oberfläche
Bild 14. Parallel-Endmaß mit Strichpolitur

Photographische Einrichtung „MF“

Um bestimmte Interferenzbilder für Dokumentationszwecke oder für den Unterricht festhalten zu können, liefern wir auf besondere Bestellung die photographische Einrichtung „MF“, die sich leicht am Gerät anbringen läßt. Sie besteht aus „MF“-Ansetzkamera 6,5×9 mit Drahtauslöser, Projektiv 6,3:1, zwei Metallkassetten, Einstellfernrohr, Zwischenstück, Interferenzfilter in Fassung, Lichtwurf Lampe 6 V 15 W und Zuleitung.

Die zur Grundausrüstung des Interferenzmikroskops gehörende Thalliumlampe ist zum Erreichen kurzer Belichtungszeiten gegen die eben erwähnte Lichtwurf Lampe auszuwechseln, die an einen Kleinspannungs-Transformator 15 VA 220/6 V angeschlossen wird. Das Interferenzfilter schraubt man anstelle

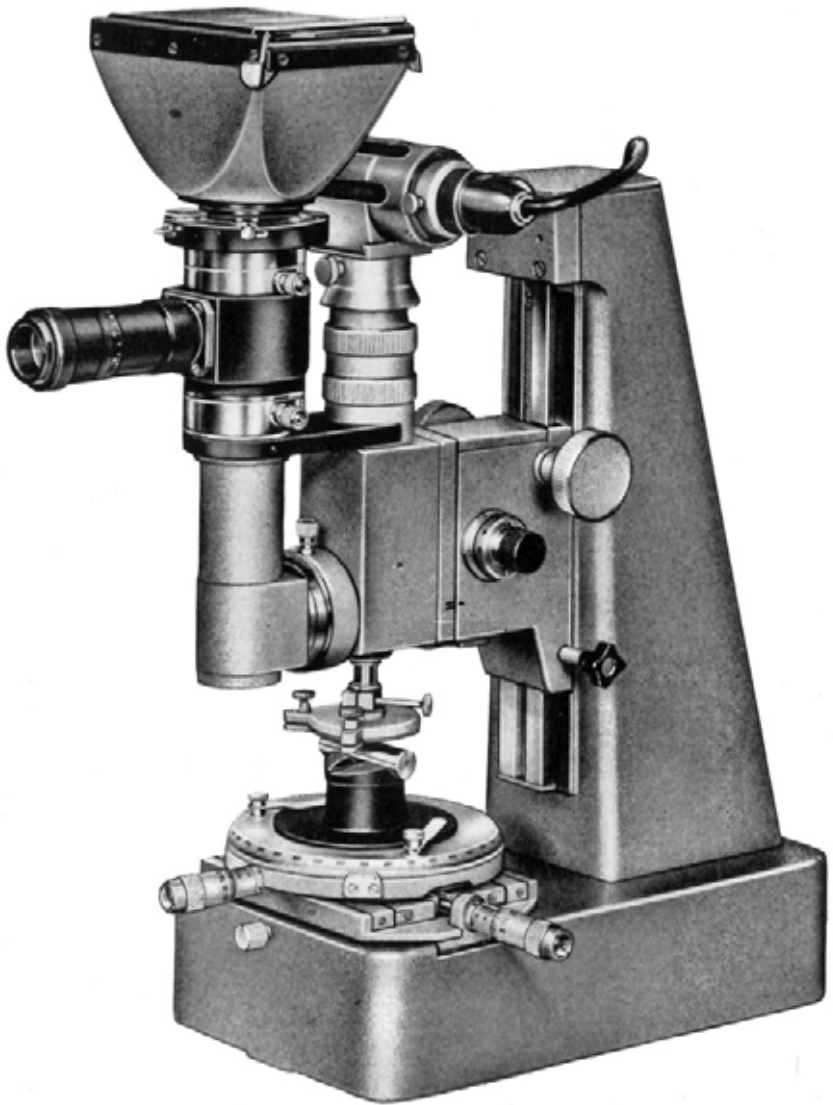


Bild 15. Gerät mit photographischer Einrichtung beim Prüfen eines Zylinders

der auf dem Beleuchtungsstutzen angesetzten Kondensorlinse ein. Das Auswechseln muß geschehen, weil die Lichtwurflampe nur weißes Licht gibt und Interferenzstreifen dabei nicht sichtbar sind. Das Beobachten des Prüflings geschieht mit Hilfe des Einstellfernrohrs. Die Kamera ist so abgestimmt, daß das Bild in der Plattenebene dann scharf erscheint, wenn es im Einstellfernrohr richtig fokussiert wurde.

Mit der photographischen Einrichtung lassen sich 100- oder 200fache Abbildungsmaßstäbe erzielen. Dabei ist jedoch zu bemerken, daß auf Grund der hervorragenden Bildschärfe eine Nachvergrößerung ohne weiteres möglich ist.



Bild 16. Einzelteile der photographischen Einrichtung

Wellenlängen und Vergrößerungen bzw. Abbildungsmaßstäbe

Lampe	Wellenlänge	Okular	Vergrößerung bei Objektiv	
			10/0,30	20/0,40
Thallium-Spektrallampe	535 nm	ohne photographische Einrichtung		
		Huygens Okular 7x	70 ×	140 ×
		orthoskopisches Okular 17x	170 ×	340 ×
Lichtwurflampe 6 V 15 W	555 nm	mit photographischer Einrichtung		
		Projektiv 6,3:1	≈ 100 ×	≈ 200 ×

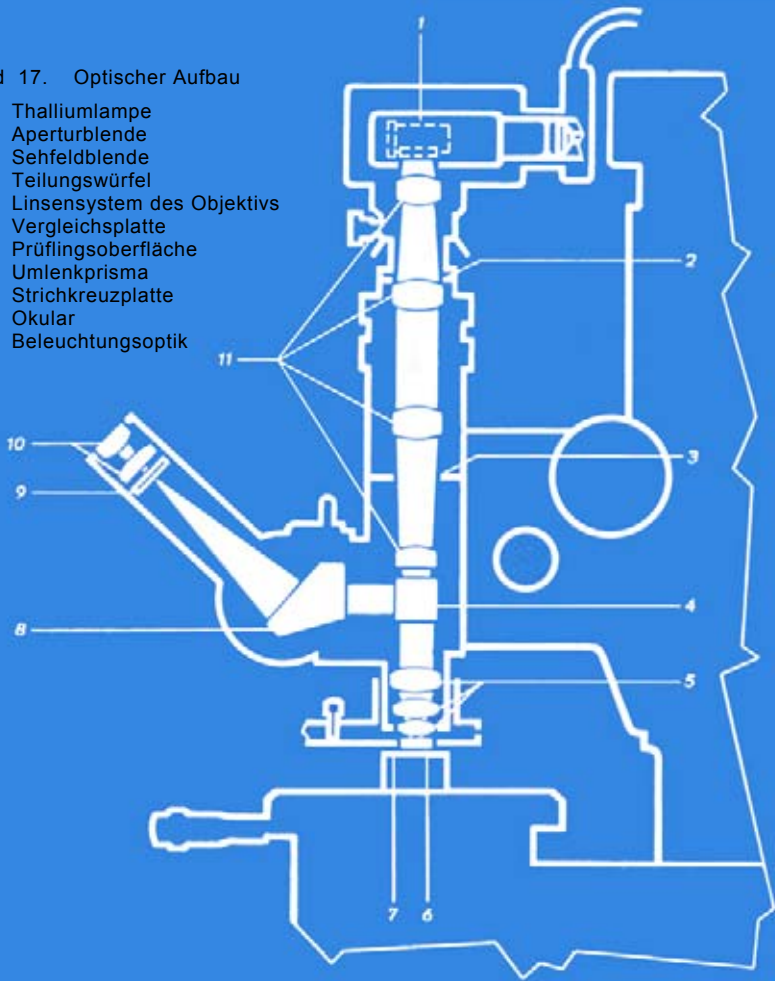
Strahlengang (Bild 17)

Der von der Beleuchtungslampe ausgehende Lichtstrahl trifft nach dem Durchgang durch verschiedene Linsen der Beleuchtungsoptik, den Teilungswürfel und das Objektiv auf die halbdurchlässig verspiegelte Vergleichsplatte. Von ihr wird ein Teil der Strahlen reflektiert, ein anderer hingegen auf die Prüflingsoberfläche durchgelassen und von dort auf die Vergleichsplatte reflektiert. Bild 2 veranschaulicht die dabei zustande kommende Mehrfachreflexion, die ausgeprägte Interferenzstreifen entstehen lässt. Sie werden nach dem Passieren des Objektivs, des Teilungswürfels und des Umlenkprismas sichtbar und mit dem Okular - entsprechend vergrößert - betrachtet.

Im Strahlengang sind die schon erwähnten zwei Blenden angeordnet: die Aperturblende und die Leuchtfeldblende. Sie dienen zum Regulieren der Bildhelligkeit und des Kontrastes entsprechend dem Reflexionsvermögen des Prüflings bzw. zum Begrenzen des Betrachtungsausschnittes.

Bild 17. Optischer Aufbau

- 1 Thalliumlampe
- 2 Aperturblende
- 3 Sehfeldblende
- 4 Teilungswürfel
- 5 Linsensystem des Objektivs
- 6 Vergleichsplatte
- 7 Prüflingsoberfläche
- 8 Umlenkprisma
- 9 Strichkreuzplatte
- 10 Okular
- 11 Beleuchtungsoptik



Schrifttum

- Kohaut, A.:** Genauigkeitsfragen in der technischen Interferenzmikroskopie. Werkstatt u. Betrieb **90** (1957) H.1, S. 25-27
- Landwehr, R.:** Zur Steigerung der Genauigkeit mikrointerferometrischer Untersuchungen und zur Frage einer Interferenz-Sphärometrie. Z. f. Instrum.-Kde. **66** (1958) H. 7
- Meier, B.:** Ein werkstattgerechtes Interferenzmikroskop nach dem Vielstrahlverfahren. Fein-gerätetechn. **6** (1957) H. 5
- Tolansky, S.:** Multiple-Beam Interferometry of Surfaces and Films (Mehrfachreflex-Interferometer an Oberflächen und Schichten). Oxford 1948

Daten

Skalenwerte

Feinmeßschrauben.....	0,01 mm
Gradskale des Meßtisches	1°
Nonius für Gradskale	6'

Meßbereiche

x-Richtung	bis 20 mm
y-Richtung	bis 13 mm
Gradskale.....	0 ••• 360°

Vergößerungen

bei subjektiver Betrachtung	wahlweise 70×, 140×, 170×, 340×
bei Benutzung der photographischen Einrichtung	wahlweise ≈ 100× oder ≈ 200×

Sehfeld-Durchmesser

bei Vergrößerung 70×	≈ 1,75 mm
bei Vergrößerung 140×	≈ 0,85 mm
bei Vergrößerung 170×	≈ 1,30 mm
bei Vergrößerung 340×	≈ 0,65 mm

Lichtwellenlängen

Thalliumlampe	535 nm
Lichtwurf Lampe mit Interferenzfilter.....	555 nm

Leistungsaufnahme

Thalliumlampe	10 W
Lichtwurf Lampe.....	15 W

Netzanschluß	220 V ~
--------------------	---------

Größte aufnehmbare Prüflinge	100 mm Höhe
------------------------------------	-------------

Bestellliste

Benennung	Gewicht kg	Bestellnummer
Großes Interferenzmikroskop		
mit Beleuchtungseinrichtung einschl. Thalliumlampe je 1 achromatischen Objektiv 10/0,30 und 20/0,40 Interferenzkopf 16 Vergleichsplatten je 1 einstellbaren Okular H 7x und O 17x 2 Strickkreuzplatten dazu V-Lager Zwischenstück V-Lager-Einsatz 2 Kegeleinsätzen Koordinatenmeßtisch Drosselspule Behälter für Zubehör	26,320	24 60 16 A
dazu: Spezialversandkiste	4,900	24 96 15
Ergänzungsteile		
Photographische Einrichtung „Mf“		
mit Lichtwurf Lampe 6 V 15 W Interferenzfilter Projektiv 6,3:1 2 Metallkassetten 6,5x9 in Behälter.....	2,730	24 62 77 A
dazu: Kleinspannungstransformator mit Schnurschalter 15 VA 220/6 ZN 5049.....	1,300	—
Ersatzteile		
Thallium-Spektrallampe TLE-S	0,025	7745ZN54
Lichtwurf Lampe T 6 V 15 W	0,010	2613ZN54
Vergleichsplatte 2Ø mit Schraubfassung	0,002	246007G16
Vergleichsplatte 4Ø mit Schraubfassung	0,002	246007G17
Vergleichsplatte 2Ø mit Aufsteckfassung	0,002	246007G19
Vergleichsplatte 4Ø mit Aufsteckfassung	0,002	246007G18

Die angegebenen Gewichte sind nur annähernd und unverbindlich.

Fertigungsprogramm „Feinmeßgeräte“

Mechanische Meßgeräte für Längen- und Gewindemessungen: Feinzeigergeräte für Außen- und Innenmessungen, Feinzeiger mit elektrischer Kontaktgabe, Schreibfeinzeiger ▶ **Optisch-mechanische Geräte für Längen-, Gewinde- und Profilmessungen:** Meßmikroskope, Meßgeräte für unmittelbare Längenmessungen, Meßgeräte für Unterschiedslängenmessungen, Spiegel-Feindehnungsmeßgerät, Oberflächenprüfgeräte, interferentielle Meßgeräte, Profilprojektoren ▶ **Geräte für Zahnrad- und Wälzfräsermessung:** Handgeräte für Zahndicken-, Zahnweiten- und Eingriffsteilungsmessung, Zahnradprüfgerät, Schrägungswinkelmeßgerät, Evolventenprüfgerät, Zweiflankenwälzprüfgeräte, Rundlaufmeßgerät, Wälzfräsermeßgerät ▶ **Geräte für Fluchtungs-, Winkel- und Kreisteilungsmessung:** Fluchtungs- und Richtungsmeßgerät, Autokollimationsfernrohr, Optischer Winkelmesser, Winkelmeßgeräte mit Libellen, Winkelteilungsmeßgerät, Optischer Teilkopf, Nockenwellenmeßeinrichtung ▶ **Pneumatische und physikalische Meßgeräte:** Meßsteuergerät „Pneumat“, Flächengewichtsmeßgerät ▶ **Sonstige Meßmittel**, wie Parallel-Endmaße, Glasprüfmaße, Gewindemeßdrähte, Spiralmikroskope, Revolverokulare, Winkelmeßokular, Doppelbildokular, Meßhebelvorsatz, Körperthermometer, Universalhalter für Meßmittel u. a.

Druckschriften stellen wir auf Wunsch gern zur Verfügung

Die Bilder sind nicht in allen Einzelheiten für die Ausführung der Geräte maßgebend. Für wissenschaftliche Veröffentlichungen stellen wir Reproduktionen der Bilder - soweit sie vorhanden sind - gern zur Verfügung. Die Wiedergabe von Bildern oder Text ohne unsere Zustimmung ist nicht gestattet. Das Recht der Übersetzung ist vorbehalten.

VEB Carl Zeiss JENA

Vertriebsabteilung Feinmeßgeräte

Drahtwort: Zeisswerk Jena · Fernsprecher: Jena 7042 · Fernschreiber: Jena 058 622

Druckschriften-Nr. 24-455a-1