

Interferometeranordnungen mit Fokus-Antastung

H Fokus - Antastung

Mit Hilfe einer Sammellinse kann der Strahlengang des Messarmes eines Interferometers direkt auf ein Messobjekt fokussiert werden. Dies ermöglicht die Nutzung von sehr kleinen Spiegeln oder reflektierenden Oberflächen. Allerdings lässt sich damit nur in einem Bewegungsbereich von etwa $\pm 0,2$ mm messen. Die Fokus-Antastung eignet sich daher besonders zum Messen kleiner Bewegungsabläufe (z.B. Piezostelleinheiten), Rundlaufmessung an reflektierenden Objekten und zur Schwingungsmessung (Vibrometrie - deshalb Vibrometervorsatzlinse).

Die für die Fokus-Antastung erforderlichen Optikmodule sind:

1 Polarisationsstrahlteiler 101	269302-4010.124
1 Tripelreflektor 102 (Vergleichsspiegel)	269302-4010.224
1 Vibrometervorsatzlinse 320	269302-4006.424
1 Planspiegelreflektor klein 317 (Messspiegel) oder reflektierende Oberfläche	269302-4010.324

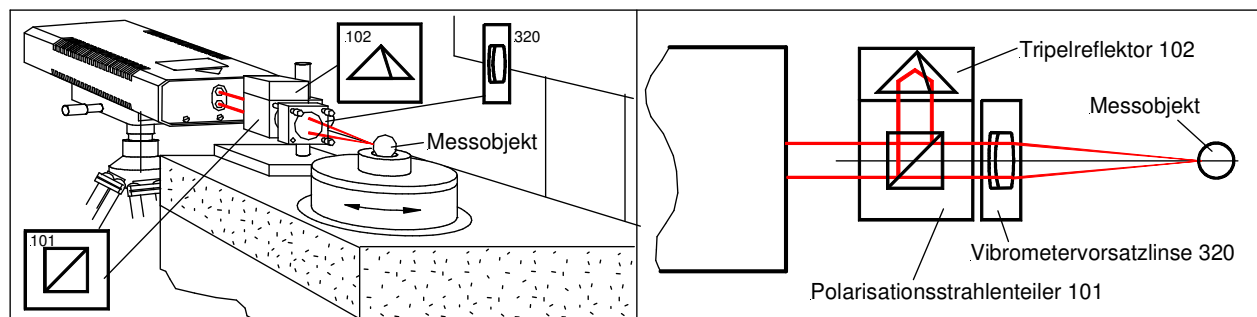


Abb. 1: Optischer Aufbau Fokus-Antastung mit Vibrometervorsatzlinse (Bsp.: Rundlaufmessung mit Messkugel)

Functional description

Die aus dem Laser austretende Lichtmenge wird im Polarisationsstrahlteiler polarisationsoptisch in einen Mess- und einen Referenzstrahl aufgespalten. Der Messstrahl wird durch die Vibrometervorsatzlinse auf einen Messspiegel bzw. das reflektierende Messobjekt fokussiert. Der Referenzstrahl wird vom Tripelreflektor reflektiert. Die polarisationsoptische Aufspaltung des Laserstrahles bewirkt dabei, dass nur Licht der Frequenz f_1 auf den Mess- und nur Licht der Frequenz f_2 auf den Referenzspiegel gelangt. Die reflektierten Anteile gelangen im Lasermesskopf auf den Empfänger E1. Wird der Messspiegel nicht bewegt, detektiert Empfänger E1 die Differenzfrequenz des Lasers ($f_1 - f_2 = 640$ MHz), die gleich dem im Lasermesskopf detektierten elektronischen Referenzsignal (E2) ist. Wird der Messspiegel verschoben, erfährt der an ihm reflektierte Teilstrahl der Frequenz f_1 eine Dopplerverschiebung $\pm df_1$. Entsprechend detektiert der Empfänger E1 eine Messfrequenz $\Delta f (+df_1$ oder $-df_1$ je nach Bewegungsrichtung des Messspiegels). Beide detektierten Signale (E1 und E2) werden im Hochfrequenzteil des Laserwegmesssystems miteinander verglichen. Als Ergebnis erhält man die durch den Dopplereffekt erzeugte Frequenzverschiebung $\pm df_1$, die ein Maß für die Messspiegelgeschwindigkeit ist und aus der durch Integration die Verschiebung des Messspiegels berechnet wird, Abb. 2.

Die **Auflösung** eines Interferometers mit Fokus-Antastung entspricht der eines Tripelreflektinterferometers, das sind **2,5 nm**.

Der **Bewegungsbereich** beträgt **$\pm 0,2$ mm**.

Die **Brennweite** der Vibrometervorsatzlinse beträgt **200 mm**.

Die **Schnittweite** (Abstand Linsenscheitel zum Fokus) beträgt **196,12 mm**

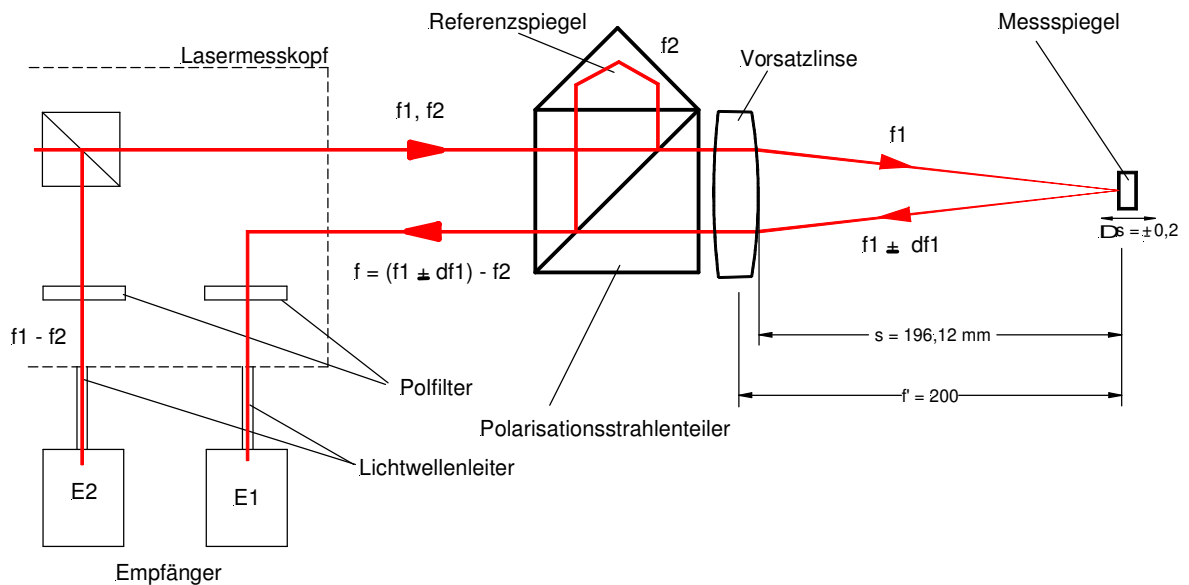
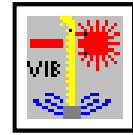
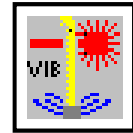


Abb. 2: Funktionsprinzip Fokus-Antastung

Lieferumfang

Aus Abb.3 sind die zum Lieferumfang eines Tripelspiegelinterferometers mit Vibrometervorsatzlinse gehörenden optischen und mechanischen Baugruppen und Komponenten ersichtlich.

Abb.1 gibt einen funktionellen Gesamtaufbau ohne Stativ und Justiertisch und Abb.4 die Montage der Komponenten wieder. Abb.5 zeigt einen praktischen Anwendungsfall. Resultierend aus dem modularen Aufbau des Systems sind jedoch auch andere Messaufbauten realisierbar. Kofferinhalt und Position der Komponenten sind aus Abb.4 im Abschnitt "Gerätebeschreibung und Bedienung" ersichtlich.



Tripel Spiegelinterferometer mit Vibrometervorsatzlinse (2,5 nm Auflösung)

Tripelreflektor 102 269302-4010.224		Anzahl: 1
Polarisationsteiler 101 269302-4010.124		Anzahl: 1
Planspiegelreflektor klein 317 269302-4016.124		Anzahl: 1
Vibrometervorsatzlinse 269302-4006.424		Anzahl: 1
Vibrometereinstellplatte mit Druckschrauben 269302-4006.425		Anzahl: 1
Klemmhalter 507 269302-4010.325		Anzahl: 1
Blende 516 269302-4014.210		Anzahl: 1
Basisplatte 504 269302-4014.410		Anzahl: 1
Magnetreiter 260298-3000.128		Anzahl: 1
Säulenstift 140 260297-9900.128		Anzahl: 1
Schraubensatz 269302-4005.624		Anzahl: 1
Rändelschraube 36 269302-4011.325		Anzahl: 2
Abstandsfühler 269302-4014.825		Anzahl: 1

Abb. 3: Optische und mechanische Komponenten Fokus-Antastung

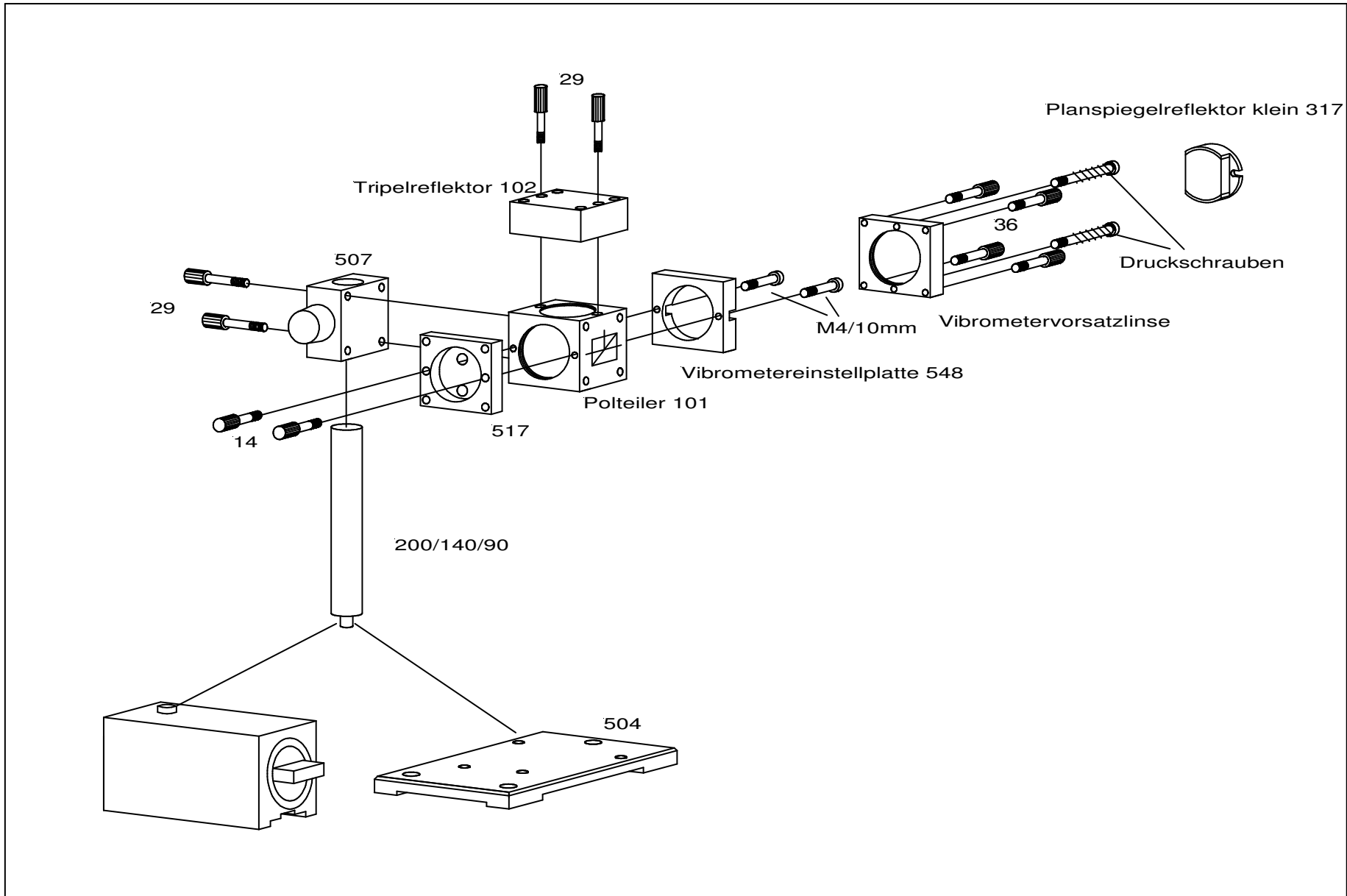


Abb. 4: Montage der Komponenten Fokus - Antastung

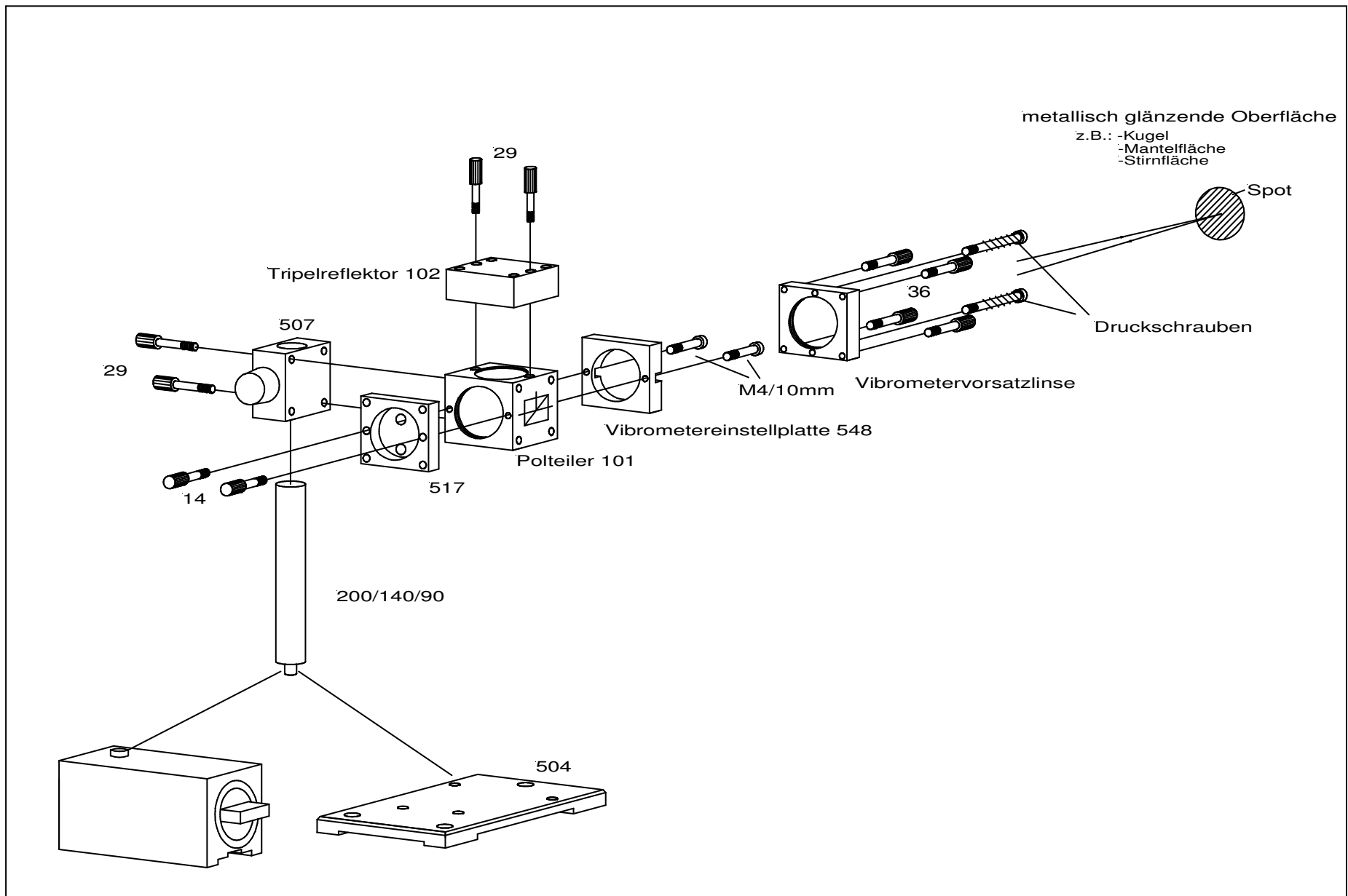
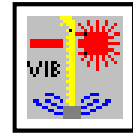


Abb. 5: Montage der Komponenten Fokus - Antastung



Interferometeranordnungen mit Fokus-Antastung

Messaufbau

Die Vibrometervorsatzlinse lässt sich mit der Vibrometereinstellplatte direkt am Interferometer befestigen und mittels vier Rändelschrauben 36 justieren. Für den gesamten Messaufbau **Lasermesskopf - Interferometer mit Vibrometervorsatzlinse - Planspiegelreflektor** am Messobjekt sollte in folgenden Schritten vorgegangen werden:

1. Ermittlung der zu vermessenden Bewegungsachse und eines für die Befestigung des Messreflektors geeigneten Punktes am beweglichen Teil des Messobjektes (1)
2. Bestimmung eines ortsfesten Bezugspunktes zum Aufstellen des Interferometers mit Vibrometervorsatzlinse (2)
3. Beachtung der Brennweite der Vibrometervorsatzlinse von ca. 200mm. Der Abstand Linsenscheitel zu reflektierender Fläche, die Schnittweite, beträgt $S = 196,12\text{mm}$.



Tipp:

- (1) Lasermesskopf so nah wie möglich am Interferometer positionieren
- (2) Kontrolle ob Parallelverschiebung und Winkelkipfung des Justiertisches auf Mittelstellung stehen \Rightarrow wesentlich für ausreichende Justierwege des Strahlenganges

4. Befestigung der Optikkomponenten an den ermittelten Bezugspunkten,

Interferometer mit Vorsatzlinse
Planspiegelreflektor (Messreflektor)

ortsfester Bezugspunkt (2)
beweglicher Bezugspunkt (1)



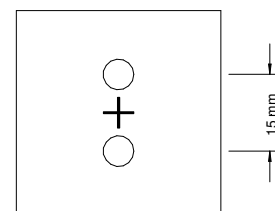
ACHTUNG

Der vom Lasermesskopf in das Interferometer eintretende Strahl ist um 7,5mm von der Mitte des Messreflektors versetzt. Erst durch die Vorsatzlinse wird der Strahl zur Reflektormitte gebrochen.

Zur Erleichterung der Messaufbauten dienen folgende Hilfsmittel:

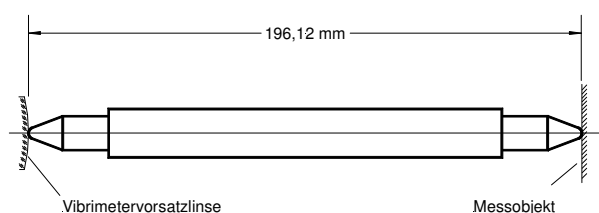
Zielmarke

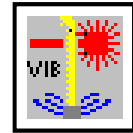
Eine Zielmarke wird, wenn möglich, am Messobjekt so angebracht, dass das Kreuz an der Stelle liegt, wo der Laserspot auftreffen soll. Ohne Vorsatzlinse wird der Laserstrahl auf den oberen Kreis ausgerichtet.



Abstandsfühler

Dient zum Einstellen des Abstandes Messobjekt - Linsenscheitel





Interferometeranordnungen mit Fokus-Antastung

Justierablauf

Aus diesen Grundprinzipien der Justierung des optischen Strahlenganges ergibt sich der Justierungsablauf wie folgt:



1) Aufruf des Menüpunktes **in der Programmroutine „Messen“**

In diesem Menüpunkt werden beide in den Laser zurückreflektierte Strahlen (Referenz- und Messstrahl) in einer leistungsabhängigen Darstellung abgebildet (- jetzt bei richtiger Justierung nur Messstrahl sichtbar, da kein Interferometer kein Referenzstrahl-). Anhand dieser Bilder kann die Überdeckung beider Strahlengänge (beide Kreise möglichst Quadrantenmittelpunkt) überprüft und die Justierung durchgeführt werden.

Eine Minimierung des Kosinusfehlers ist auf Grund des kurzen Hubes des Reflektors über diese Darstellung schwer möglich. Dieser sollte schon bei der Positionierung des Lasermesskopfes (Laserstrahl - mechanische Bewegungsachse) minimiert werden. Optimal justiert werden können jedoch anhand dieser Darstellung die Lage beider Strahlen zum Fadenkreuz, d. h. deren *Deckungsgleichheit* und optimale Lage zur Einkopplung in den Lasermesskopf.

2) Justierung des Linsenabstandes zum Planspiegelreflektor

Die Feinjustierung des Abstandes Linse - Planspiegelreflektor erfolgt über die 4 Rändelschrauben gegen die Federn der 2 Innensechskantschrauben der Vibrometereinstellplatte mit Hilfe des Abstandsfühlers. Diese Justierung erfolgt nach der Bildschirmleistungsanzeige der beiden Laserstrahlen. Ist der Abstand Linse - Planspiegelreflektor gleich der Brennweite der Linse, wird der Messstrahl auf dem Bildschirm dargestellt und kann nach dieser Darstellung optimal zum Fadenkreuz justiert werden.

Sind Überdeckung und Fokusabstand genau eingestellt, kann mit der Messung, siehe Handbuch "Software", begonnen werden.

Beispiele für Messaufbauten

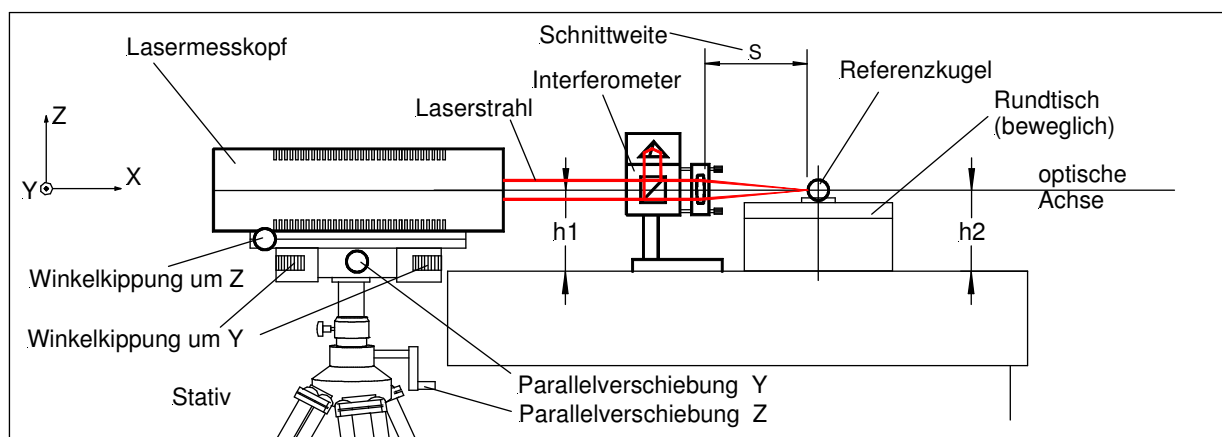
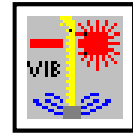


Abb.6: Messaufbau Bsp.1 „Radialmessung“ eines Rundtisches

Bsp. 1:

Zur Vermessung der Radialabweichung eines Rundtisches dient als Referenz eine verspiegelte Präzisionsglaskugel. Diese wird zentrisch auf den Rundtisch aufgebracht. Der von der Fokus-Antastung gebündelte Strahl muss punktförmig auf den Kugeläquator auftreffen und im gleichen Winkel reflektiert und aufgeweitet zum Interferometer gelangen. Dabei muss die Strahlachse rechtwinklig zur Rotationsachse ausgerichtet sein. Da die Referenzkugel nicht absolut genau zur Achse des Drehtisches justiert werden kann, ist der Messung ein mit 360° periodischer sinusförmiger „Ausricht“ – Fehler überlagert. Dieser Fehler muss per Software eliminiert werden.



Interferometeranordnungen mit Fokus-Antastung

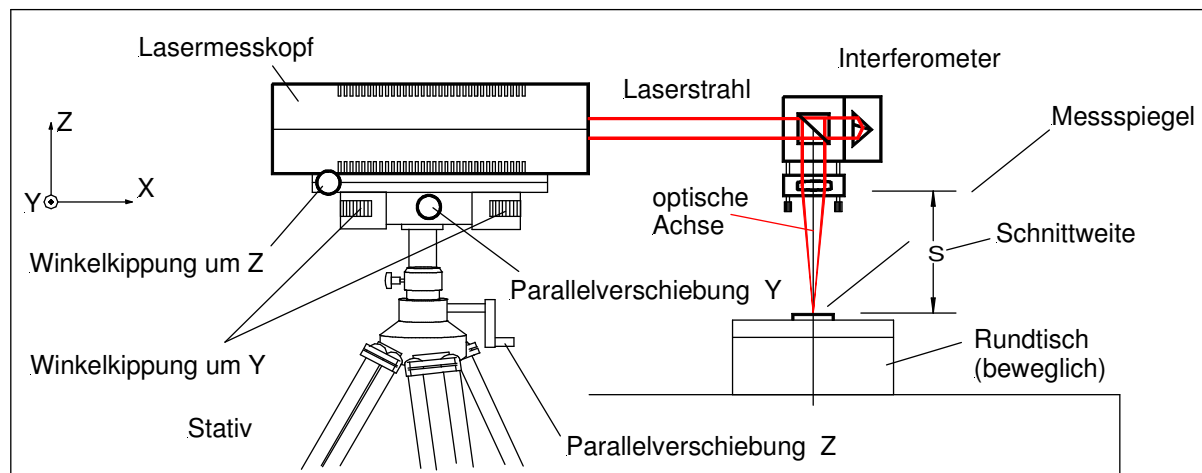


Abb. 7: Messaufbau Bsp.2 „Axialmessung“ eines Rundtisches

Bsp. 2:

Zur Vermessung der axialen Abweichung eines Rundtisches wird ein Planspiegel angebracht. Zentrisch zur Drehachse wird die Interferometer – Vibrometervorsatzlinse – Kombination fixiert. Da die Verkippung des Planspiegels zur Drehachse nicht absolut genau justiert werden kann, ist es erforderlich den Ausrichtfehler durch sorgfältige Justierung der Fokusslage auf die Achsmittle zu eliminieren.