






## D Dynamische Meßsoftware „ZLM Weg“

Mit diesem Programmteil können Meßwerte für Weg, Geschwindigkeit und Beschleunigung eines Meßobjekts aufgenommen und analysiert werden.

In diesem Abschnitt wird der grundsätzliche Ablauf einer Messung mit den drei Schritten **Vorbereitung**, **Durchführung** und **Auswertung** beschrieben.

### D 1 Start des Programmteils "ZLM Weg"

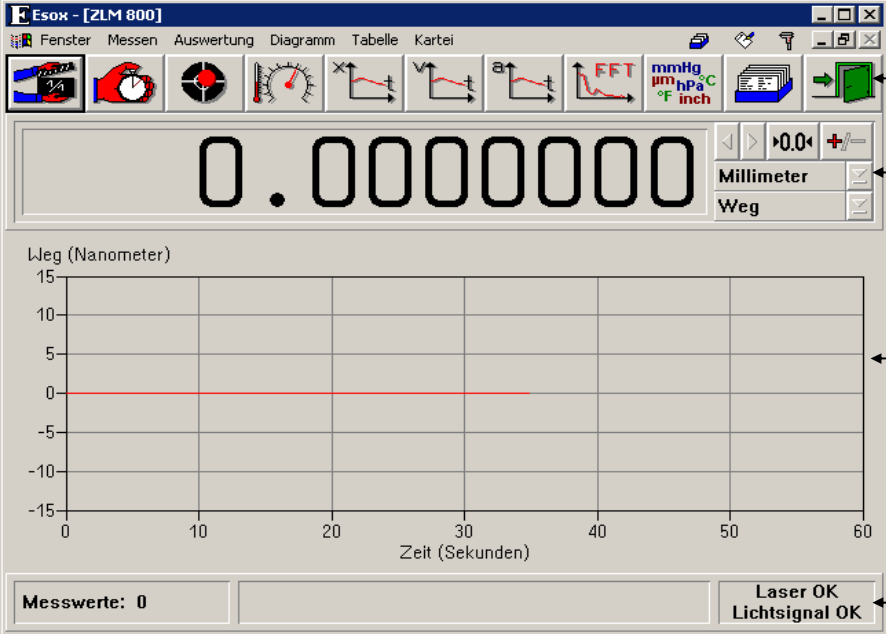
Der Programmteil "ZLM Weg" ist beim Start des Verwaltungsprogramms "Esox" noch nicht aktiv. Um das Meßprogramm "ZLM Weg" zu starten, müssen Sie (wie ausführlich bereits im Abschnitt "C 3 Starten von Meßprogrammen" beschrieben wurde) wie folgt vorgehen:

1. Aktivieren Sie zunächst das Teilprogrammfenster "ZLM 700" oder „ZLM 800“ und bringen Sie dieses Fenster auf normale Größe oder auf Vollbildgröße.
2. Klicken Sie mit der Maus Programmsymbol "Weg" oder wechseln Sie mit den Tasten , ,  und  zum Programmsymbol „Weg“ und drücken Sie die  - Taste.

### D 2 Bildschirmfelder

Nach dem Start des Meßprogramms "Weg" wird empfohlen, das Fenster auf volle Bildschirmgröße zu bringen, wenn Sie längere Zeit mit diesem Programm arbeiten möchten.

Es lassen sich in diesem Fenster vier Felder unterscheiden.



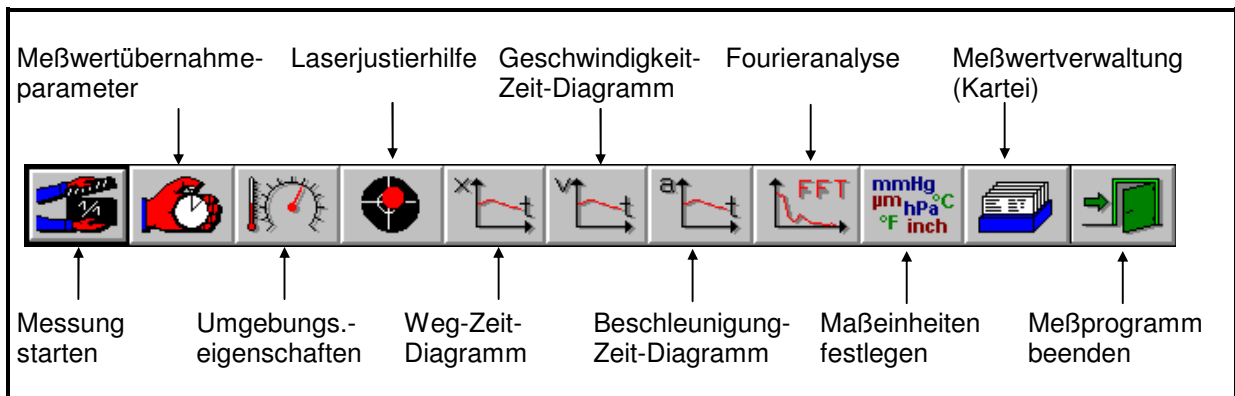
Am oberen Fensterrand befindet sich eine Reihe von Knöpfen.

Darunter finden Sie eine numerische Anzeige.

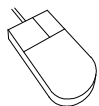
Darauf folgt ein Echtzeitdiagramm.

Am unteren Fensterrand wurde eine Statuszeile angeordnet.

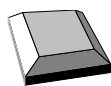
### D 2.1 Feld mit Knöpfen






Mit jedem Knopf ist eine Aktion des Programms verbunden, wie das Starten der Aufnahme von Meßwerten, das Einstellen der Optionen für die Aufnahme von Meßwerten und die Auswertung in Diagrammen. Alle diese Aktionen können auch über die Menüpunkte aufgerufen werden. Ihre ausführliche Beschreibung finden Sie in den nächsten Abschnitten.



Das Auslösen der Aktion, die mit einem Knopf verbunden ist erfolgt durch das Klicken auf diesen Knopf.

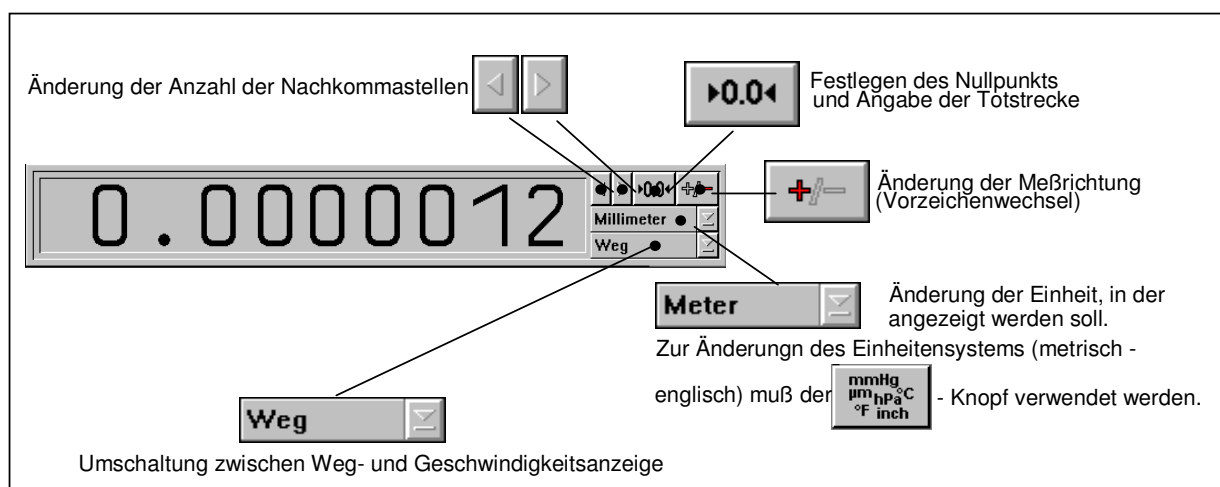


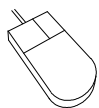
Beim Start des Programms erhält der erste Knopf (  ) einen breiteren schwarzen Rand. Mit der  - Taste kann zum jeweils nächsten Knopf gewechselt werden, so daß nun der nächste Knopf den breiteren schwarzen Rand erhält. Die Aktion, die mit einem schwarz umrandeten Knopf verbunden ist kann dann unmittelbar mit der  - Taste aufgerufen werden.





### D 2.2 Numerische Anzeige

An der numerischen Anzeige kann der momentane Wert des Wegs oder der Geschwindigkeit abgelesen werden. Der numerische Wert in der Anzeige wird 10 mal in der Sekunde aktualisiert, wenn der Computer nicht durch andere Aufgaben überlastet ist.

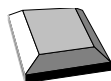
Am rechten Rand des Anzeigefeldes befinden sich mehrere Bedienelemente:




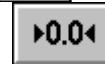











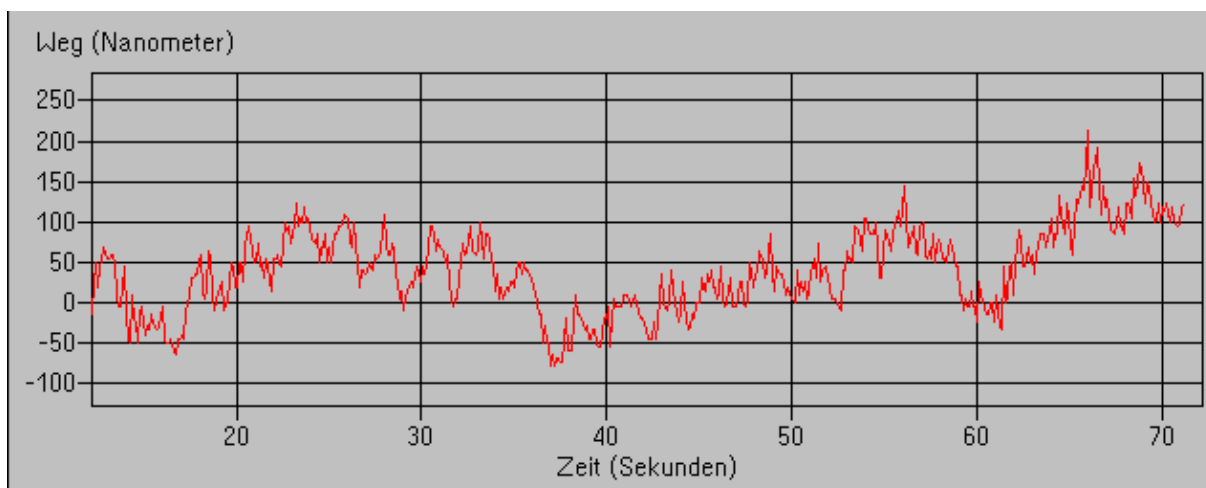
Das Auslösen der Aktion, die mit einem Knopf (  ,  ,  oder  ) verbunden ist erfolgt durch das Klicken auf diesen Knopf.

Zur Änderung des Listeneintrags in einem einzeiligen Listenfeld klicken Sie auf den Pfeil am rechten Rand des Listenfelds. Das Listenfeld wird geöffnet, und Sie können auf den gewünschten Eintrag klicken.




Drücken Sie die  - Taste, bis das gewünschte Eingabefeld markiert ist. Ein markierter Knopf  ,  ,  oder  erhält einen breiteren schwarzen Rand. Ein markiertes einzeiliges Listenfeld erhält einen weiß auf schwarz dargestellten Listeneintrag. Zur Anzeige der verfügbaren Auswahlmöglichkeiten kann ein Listenfeld mit der Tastenkombination  +  geöffnet werden. Mit den Tasten  und  gelangen Sie zum gewünschten Eintrag. Wenn Sie das Listenfeld geöffnet haben, müssen Sie noch zur Bestätigung des gewählten Eintrags die  - Taste drücken. Die Aktion, die mit einem Knopf verbunden ist, kann mit der  - Taste aufgerufen werden.

## D 2.3 Echtzeitdiagramm



Im Echtzeitdiagramm wird der Weg in Abhängigkeit von der Zeit für die letzten ca. 60 Sekunden dargestellt. 10 mal je Sekunde wird der momentane Wert für den Weg angehängt, wenn der Computer nicht durch andere Aufgaben überlastet ist. Die Skalenteilung für die Wegachse wird automatisch aus den Werten ermittelt und muß somit nicht von Ihnen vorgegeben werden.

Eine Vorzeichenänderung mit dem  - Knopf wirkt sich im Diagramm auch auf alle zuvor aufgenommenen Meßwerte aus.

## D 2.4 Statuszeile

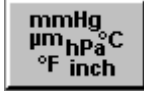


Am linken Rand der Statuszeile wird angezeigt wie viele Meßwerte sich momentan im Speicher befinden. Die Angabe bezieht sich auf die dauerhaft gespeicherten Meßwerte, nicht die Werte, die das Programm zum Zeichnen des Echtzeitdiagramms benötigt.

In der Mitte der Statuszeile finden Sie einen Balken, der angibt, wie viele von der vorgegebenen Anzahl von Meßwerten bisher eingelesen wurden. Am rechten Rand befindet sich ein Feld, das Auskunft dar-

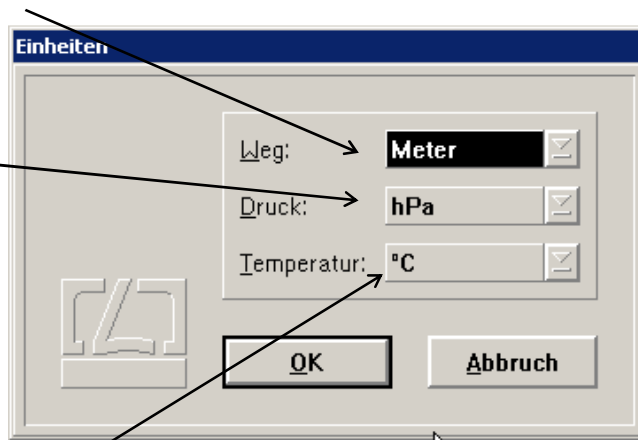
über gibt, ob der Laser stabil ist oder nicht. Bei länger andauernden Programmaktionen, wie der Durchführung einer Messung oder einer schnellen Fouriertransformation, ändert sich das Aussehen der Statuszeile, wie ausführlich in den entsprechenden Abschnitten beschrieben wird.

## D 2.5 Einheitensysteme

Weg-, Luftdruck- und Temperatureinheiten können im Dialogfeld „Einheiten“ festgelegt werden. Dieses Dialogfeld erhalten Sie nach Drücken des  - Knopfes oder nach Aufruf des Menüpunkts „Messen-Einheiten“.

Wegwerte und die aus ihnen abgeleiteten Größen können vom Programm in "Meter" oder in "Zoll (inch)" angegeben werden. im Listenfeld „Weg“ kann die Umschaltung vorgenommen werden.

Als wählbare Druckeinheiten stehen im Listenfeld „Druck“ die Einträge „Hektopascal“ und „Millimeter Quecksilbersäule“ zur Verfügung ( 1000 hPa = 100 kPa = 1000 mbar und 1 mmHg = 1 Torr).



Im Listenfeld „Temperatur“ kann zwischen „Grad Celsius“ und „Grad Fahrenheit“ umgeschaltet werden.

## D 3 Vorbereitung einer Messung

Die in der numerischen Anzeige und im Echtzeitdiagramm dargestellten Werte werden nicht dauerhaft gespeichert und können auch nicht weiter analysiert werden. Analysierbare Meßwerte werden erst auf ein entsprechendes Kommando eingelesen und gespeichert.


Wenn im folgenden von einer "Aufnahme von Meßwerten" gesprochen wird, so ist immer eine Ermittlung von dauerhaft gespeicherten Werten gemeint.

In der Vorbereitung einer solchen Messung muß festgelegt werden:




- zu welchen Zeitpunkten die Meßwerte übernommen werden sollen,
- mit welcher Interferometerart gearbeitet wird,
- wie viele Meßwerte maximal übernommen werden sollen und
- auf welche Weise eine Kompensation der Einflüsse der Eigenschaften der Umgebung vorgenommen werden soll.

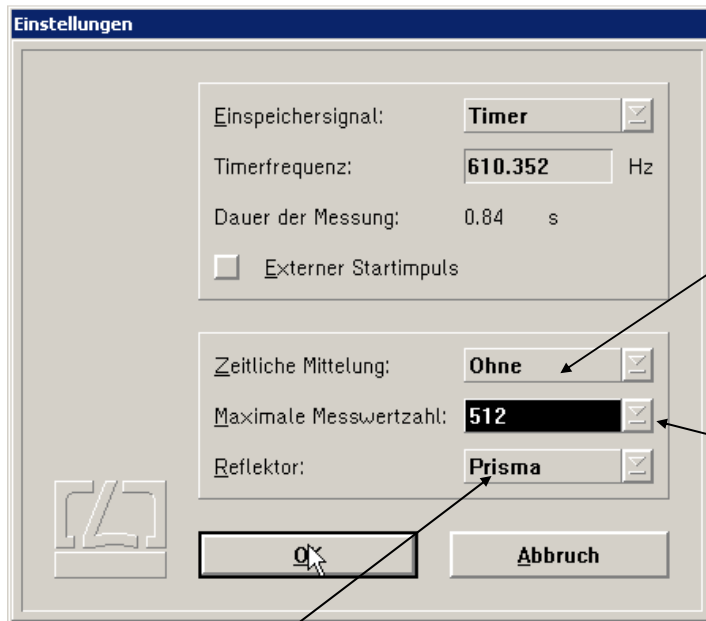
Dazu werden die zwei Dialogfelder "Einstellungen" und "Umgebung" verwendet.

### D 3.1. Meßwertübernahmeparameter

Durch den Aufruf des Menüpunkts "Messen - Einstellungen" oder die Wahl des  - Knopfes kann das Dialogfeld "Einstellungen" erreicht werden.

Im oberen Teil des Dialogfelds werden die Zeitpunkte der Übernahme von Meßwerten festgelegt. Dabei muß eine von 3 möglichen Triggerquellen für die Meßwertübernahme ausgewählt werden.

<p>Einstellungen beim <b>ZLM 700/800</b></p>	
<p>Triggerquelle <b>Timer</b></p>	<p>Im einzeiligen Listenfeld „<b>Einspeichersignal</b>“ wird der Eintrag „Timer“ gewählt. Im Dialogfeld „<b>Timerfrequenz</b>“ wird die gewünschte Meßwertübernahmefrequenz eingegeben.</p> <p>Der Schalter „<b>Externer Startimpuls</b>“ legt fest, welches Ereignis den Start der Messung auslöst.</p> <p><input type="checkbox"/> - Schalter nicht eingerastet: Start durch Wahl des Menüpunkts „Messen - Messung Start“ oder durch Drücken des  - Knopfes.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> - Schalter eingerastet: Start durch einen Impuls am Eingang für das externe Ein-speichersignal. Dem Anhang I kann entnommen werden, wo die Ein-entsprechende Signalleitung angeschlossen werden muß.</p>
<p>Triggerquelle <b>Externes Einspeichersignal</b></p>	<p>Im einzeiligen Listenfeld "<b>Einspeichersignal</b>" muß der Eintrag "<b>Extern</b>" gewählt werden.</p> <p>Dem Anhang I kann entnommen werden, wo die entsprechende Signalleitung angeschlossen werden muß</p> <p>Der Schalter "<b>Externer Startimpuls</b>" hat bei diesem Modus keine Bedeutung.</p>
<p>Triggerquelle  <b>der PC-Tastatur</b></p>	<p>Im einzeiligen Listenfeld "<b>Timerfrequenz</b>" muß der Eintrag "<b>Leertaste</b>" gewählt werden.</p> <p>Die Einstellungen „<b>Teilfaktor</b>“ und „<b>Externer Startimpuls</b>“ werden dann bei der Messung vom Programm ignoriert.</p>



Im Listenfeld "**Reflektor**" muß eingestellt werden, mit welchem Interferometertyp gearbeitet wird. Bei einem Tripelreflektorinterferometer muß der Eintrag "**Prisma**" und bei einem Planspiegelinterferometer der Eintrag "**Spiegel**" verwendet werden.

Die entsprechenden Interferometeranordnungen können dem „Handbuch zur Grundausrüstung“ entnommen werden.

Bei statischen Messungen können Schwingungen vom Programm durch zeitliche Mittelung herausgefiltert werden. Dazu kann die Zeit, über die gemittelt werden soll, im Listenfeld "**Zeitliche Mittelung**" eingestellt werden. Bei dynamischen Messungen sollte jedoch der Eintrag "**ohne**" verwendet werden.

Im Listenfeld "**Maximale Meßwertzahl**" wird die Anzahl von Meßwerten angegeben, die eingelesen werden müssen, bevor die Software eine Messung selbstständig beendet. Natürlich kann eine Messung auf Ihr Kommando abgebrochen werden, bevor diese Anzahl von Meßwerten aufgenommen wurde. Der Abschnitt "D 4.3 Abbruch einer Messung" enthält ausführliche Informationen über den Abbruch einer Messung. Die im Listenfeld "Maximale Meßwertzahl" vorgegebenen Einträge wurden so gewählt, daß bei der Aufnahme dieser Anzahl von Meßwerten eine Fourieranalyse so effizient wie möglich durchgeführt werden kann.

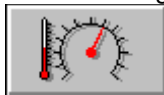
### D 3.2 Kompensation der Umgebungseinflüsse

Die Genauigkeit einer Messung mit einem Laserwegmeßsystem ist von der Kenntnis des Brechungsindex der Umgebungsluft abhängig. Dieser Brechungsindex kann das Programm aus Eigenschaften der Umgebungsluft errechnet werden.

Neben der Umgebungskompensation kann die Software auch eine Ausdehnungskorrektur des Meßobjekts bezüglich der Materialtemperatur vornehmen. Bei einer solchen Korrektur werden die Meßwerte so manipuliert, als wären sie bei einer Materialtemperatur von 20°C aufgenommen worden.

Die notwendigen Einstellungen werden im Dialogfeld "Umgebung" vorgenommen.

Dieses Dialogfeld erhält man nach Aufruf des Menüpunkts "Messen - Umgebung" oder nach Wahl des



- Knopfes.

Alle hier vorgenommenen Einstellungen wirken sich sowohl bei der Aufnahme von Meßwerten als auch bei der numerischen Anzeige und dem Echtzeitdiagramm aus.



### D 3.2.1 Lufteigenschaften



Im oberen Teil des Dialogfelds "Umgebung" kann festgelegt werden, wie die Korrektur des Einflusses der Eigenschaften der Luft auf den Brechungsindex und somit auf das Meßergebnis erfolgen soll.

**Manuelle Korrektur:** Im oberen einzeiligen Listenfeld "Korrekturart" wird der Eintrag "manuell" ausgewählt. Die Eigenschaften der Luft werden in die entsprechenden Texteingabefelder eingetragen.



Tasten zur Erleichterung einer Eingabe:

Grobeinstellung -  und 

Feineinstellung -  und 



1. Bewegen Sie den Mauscursor auf das Feld, dessen Wert eingegeben werden soll.
2. Drücken Sie die linke Maustaste und halten Sie diese gedrückt.
3. Bewegen Sie nun die Maus bis die Temperatursäule bzw. der Zeiger den entsprechenden Wert anzeigt.
4. Lassen Sie die linke Maustaste wieder los.

Informationen über die Genauigkeit, mit der die Lufteigenschaften gemessen und eingegeben werden müssen, können dem ANHANG III entnommen werden.

**Automatische Korrektur:**

Dazu muß der Automatische Umweltkompensator AUK 500 angeschlossen werden.

Wählen Sie dann im Listenfeld "Korrekturart" den Eintrag "automatic".

### D 3.2.2 Materialeigenschaften

Im unteren Teil des Dialogfelds "Umgebung" wird eingestellt, ob und auf welche Weise eine Ausdehnungskorrektur der Meßwerte bezüglich der Materialtemperatur vorgenommen werden soll.

**Ohne Korrektur:** Wählen Sie im unteren einzeiligen Listenfeld „**Korrekturart**“ den Eintrag „**Ohne**“.

**Manuelle Korrektur:** Wählen im unteren einzeiligen Listenfeld „**Korrekturart**“ den Eintrag „**Manuell**“.

Im Texteingabefeld „Ausdehnungskoeffizient“ muß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Meßobjekts angegeben werden.

Die Eingabe der Materialtemperatur erfolgt auf gleiche Weise wie die Eingabe der Lufttemperatur (siehe Abschnitt „D 3.2.1 Lufteigenschaften“).

**Automatische Korrektur:** Soll zur Fehlerkompensation der Materialausdehnung der Automatische Umweltkompensator AUK 500 verwendet werden, so ist der Eintrag „**Automatic**“ im unteren Listenfeld „**Korrekturart**“ zu verwenden.

In den Temperaturanzeigefeldern werden die nicht angeschlossenen Sensoren durch „----“ dargestellt. In der Abbildung sind die Materialtemperatursensoren 4 und 5 als nicht angeschlossen markiert.

Es besteht die Möglichkeit, von den vorhandenen Sensoren diejenigen auszuwählen, die zur Korrektur herangezogen werden sollen. Dazu finden Sie am linken oberen Rand in jedem Temperaturanzeigefeld einen Schalter.

Schalter nicht eingerastet - der Sensor wird bei der Korrektur ignoriert. Der Temperaturwert wird bei Farbbildschirmen grau angezeigt. Im Beispiel der Abbildung werden die Materialsensoren 2 und 5 nicht zur Korrektur der Materialausdehnung herangezogen.

- Schalter eingerastet - der Sensorwert wird bei der Korrektur dann berücksichtigt, wenn ein Sensor angeschlossen ist.

Das Programm bestimmt bei automatischer Korrektur einmal in der Sekunde die Werte der Materialtemperatursensoren. Von allen Werten der Sensoren, die über den entsprechenden Schalter im Anzeigefeld eingeschaltet und außerdem angeschlossen sind, wird vom Programm der Mittelwert gebildet und zur Korrektur der Materialausdehnung verwendet.

Ist keiner der Sensoren angeschlossen und gleichzeitig eingeschaltet, so wird keine Korrektur der Meßwerte vorgenommen. Im Beispiel der Abbildung wird der Mittelwert der Temperaturen, die an den Sensoren 1 und 3 anliegen, zur Korrektur verwendet. Die Sensoren 4 und 5 sind nicht angeschlossen. Der Sensor 2 ist ausgeschaltet.

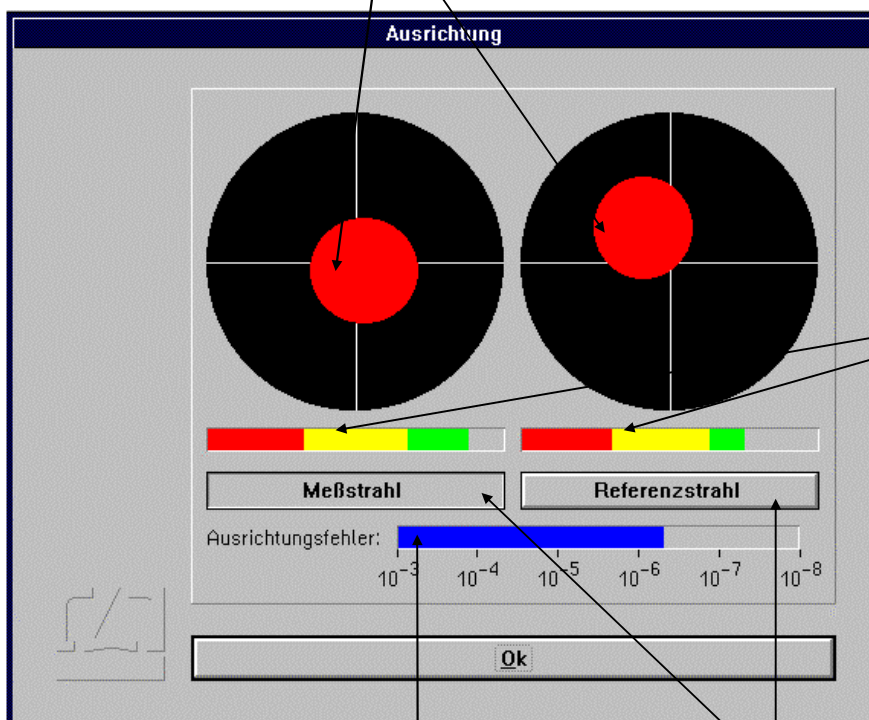


### D 3.3 Laserjustierhilfe beim ZLM 700/800

Beim ZLM 700/800 enthält der Laserkopf zwei Quadrantenempfänger. Damit ist es möglich, auch aus großen Entfernungen zu justieren und den Ausrichtungsfehler abzuschätzen.

Nach Drücken des  - Knopfs erhalten Sie ein Anzeigefeld.

Die oberen beiden Anzeigefelder geben Auskunft über die Lage von zurückkommendem Meß- und Referenzstrahl. Beim Standardaufbau wird der Meßstrahl links und der Referenzstrahl rechts angezeigt. Bei der Ausrichtung des Lasers muß versucht werden, auf dem gesamten Verfahrensweg beide roten Punkte auf der Mitte der Fadenkreuze zu halten. Mit welchen Justierelementen der Laserkopf ausgerichtet werden kann, muß dem „Handbuch zur Grundausrüstung“ entnommen werden.



Bei optischen Bauelementen geht stets ein geringer Anteil der Lichtleistung verloren. Mit den beiden Intensitätsanzeigen, kann festgestellt werden, ob die Lichtleistung von Meß- und Referenzstrahl für eine fehlerfreie Funktion des Systems ausreicht. Reicht der entsprechende Balken nur bis in den roten Bereich, so ist die Lichtleistung unzureichend.

Wird der Meßreflektor bewegt, so kann das Programm aus der Lageänderung der zurückkommenden Strahlanteile und dem Verfahrensweg den Ausrichtungsfehler berechnen. Ein Ausrichtungsfehler von  $1 \cdot 10^{-6}$  bedeutet, daß auf 1 Meter Entfernung ein Meßfehler von  $1 \mu\text{m}$  durch nicht exakte Ausrichtung des Laserstrahls zur Verfahrenrichtung auftritt. Bei jeder Umkehr der Bewegungsrichtung wird dieser Ausrichtungsfehler berechnet und angezeigt. Um eine gute Aussage zu bekommen, sollte der Meßreflektor mehrmals hin- und herbewegt werden, ohne am Ende einer dieser Bewegungen längere Zeit stillzustehen.

Das Laserwegmeßsystem ZLM 700/800 arbeitet mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen. Bei genauen Messungen ( $< 1,4 \mu\text{m/m}$ ) muß dem Programm mitgeteilt werden, welcher Strahl als Meßstrahl verwendet wird. Unterbrechen Sie einfach mit der Hand den Meßstrahl. Dabei verschwindet einer der roten Punkte vom Bildschirm. Rasten Sie den Schalter auf dieser Seite ein, so daß dort „Meßstrahl“ steht. Beim Standardaufbau der Optik ist der Meßstrahl stets links.