

J Kalibriersoftware „ZLM Ebenheit“

Mit dem Laserwegmeßsystem kann die Ebenheitsabweichung plattenförmiger Bauteile durch Messung der Abweichungen senkrecht zur Ebene entlang mehrerer Meßlinien bestimmt werden. Die Ebenheitsabweichungen werden in der internationalen Richtlinie „ISO 1101“ behandelt.

Im Normalfall verwendet ein Anwender des Meßprogramms „ZLM Ebenheit“ auch das Meßprogramm „ZLM Position“. Dieses Meßprogramm wurde im Abschnitt „G Kalibriersoftware „ZLM Position““ bereits beschrieben. Bezüglich der Bedienung des Programms „ZLM Ebenheit“ bestehen zum Programm „ZLM Position“ sehr viele Gemeinsamkeiten. An den entsprechenden Stellen wird deshalb auf den Abschnitt „G“ verwiesen.

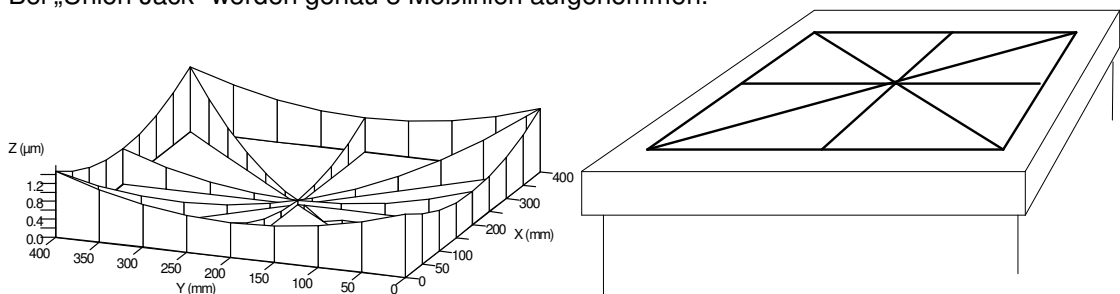
J 1 Meßverfahren

Auf dem Meßobjekt werden mehrere Meßlinien festgelegt. Entlang dieser Meßlinien werden Abweichungen senkrecht zur Meßobjektebene gemessen. Die Aufnahme der Meßwerte für eine Meßlinie gleicht der Aufnahme der Meßwerte für eine Geradheitsmessung. Die Meßwerte der einzelnen Meßlinien werden durch die Software miteinander verknüpft und es wird die Ebenheitsabweichung bestimmt.

Für die Wahl der Meßlinien können zwei Schemata verwendet werden:

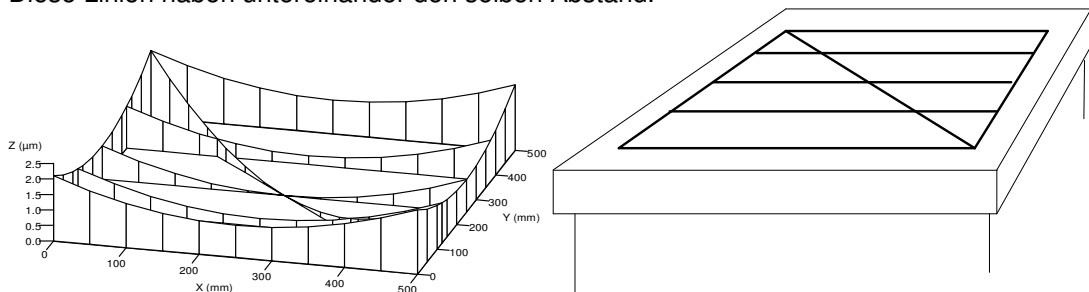
1. „Union Jack“

Bei „Union Jack“ werden genau 8 Meßlinien aufgenommen.

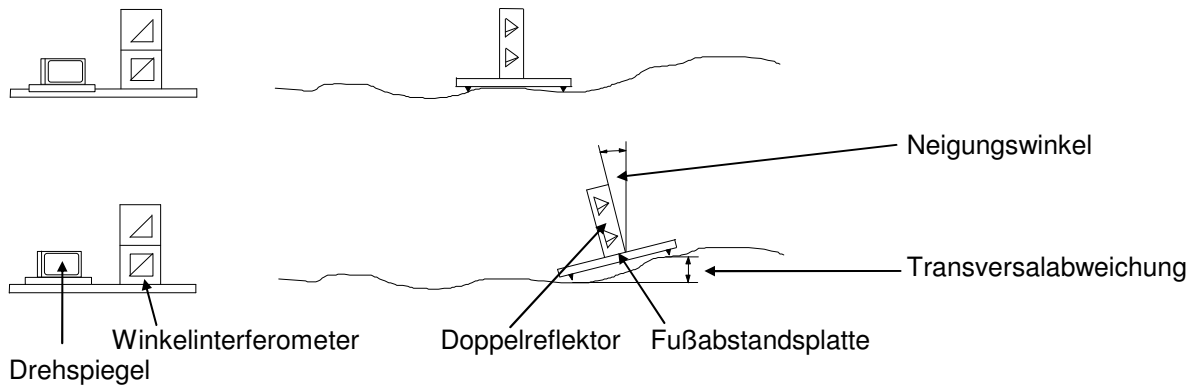


2. „Cross Jack“

Bei „Cross Jack“ werden mindestens 6 Meßlinien aufgenommen (in der Abbildung: 8 Linien). Die Anzahl der Meßlinien parallel zur x-Achse kann variiert werden (in der Abbildung: 5 Linien). Diese Linien haben untereinander den selben Abstand.

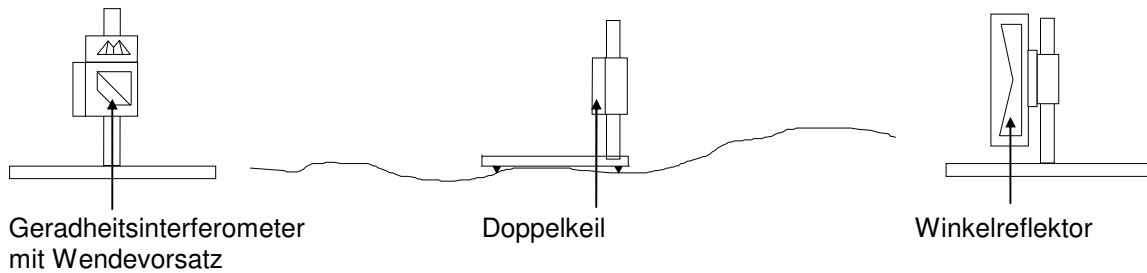


Für die Bestimmung der Abweichungen senkrecht zur Ebene kann wie bei einer Geradheitsmessung an Werkstücken die Winkeloptik oder die Geradheitsoptik eingesetzt werden. Der Einsatz der Winkeloptik ist dabei mit weniger Justieraufwand verbunden. Der Doppelreflektor wird auf eine Fußabstandsplatte montiert. Die Fußabstandsplatte wird bei der Messung entlang einer Meßlinie fortlaufend um den Abstand der beiden Auflagepunkte der Fußabstandsplatten verschoben. Aus den gemessenen Winkeln wird vom Programm die Abweichung senkrecht zur Ebene bestimmt.



Das Winkelinterferometer kann auf eine Grundplatte mit Drehspiegel montiert werden. Der Drehspiegel erleichtert den Umbau, wenn nach der Messung einer Meßlinie zur nächsten übergegangen wird, da das Umsetzen des Laserkopfs bei Verwendung eines Spiegels nur selten nötig ist. Ein Nachteil dieser Anordnung ist, daß sehr genau darauf geachtet werden muß, in welche Richtung der Reflektor verschoben wird, da ein entgegengesetztes Schieben Meßwerte mit entgegengesetztem Vorzeichen liefert.

Bei der Verwendung der Geradheitsoptik wird ein Geradheitsinterferometer mit Wendevorsatz, ein Doppelkeil und ein Winkelreflektor benötigt.



Die Verschiebung des Doppelkeils senkrecht zur Ebene wird direkt gemessen.

J 2 Kenngrößen

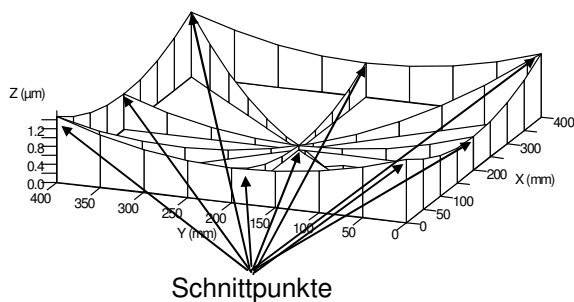
Die Ebenheitsabweichung wird in der internationalen Richtlinie ISO 1101 als minimaler Abstand zweier paralleler Ebenen, zwischen denen alle Meßwerte liegen, definiert.

Da die Meßwertaufnahme in einzelnen Meßlinien erfolgt, muß die Software eine räumliche Zuordnung der Meßwerte vornehmen. Dabei wird der Umstand zur Hilfe genommen, daß an den Schnittpunkten zweier Meßlinien identische Abweichungen senkrecht zur Ebene vorliegen sollten.

Das Programm geht bei der Bestimmung der Ebenheitsabweichung in drei Schritten vor.

1. Inter- und Extrapolation:

Bei der Verknüpfung einer Meßlinie parallel zu einer Koordinatenachse mit einer diagonalen Meßlinie kommt es vor, daß der Schnittpunkt zwischen den Aufnahmepunkten der Meßwerte liegt. In einem solchen Fall wird ein Wert für den Schnittpunkt aus den benachbarten Meßwerten interpoliert. An den Ecken des Meßfeldes wird der Wert für den Schnittpunkt bei diagonalen Meßlinie extrapoliert.



2. Approximation an den Schnittpunkten:

Nach der Extra- und Interpolation liegen für alle Meßlinien an den Schnittpunkten Werte vor. Das Programm bestimmt nun die Verkippungen und die Verschiebungen der einzelnen Meßlinien senkrecht zur Meßobjektebene. Dabei werden die Meßlinien so approximiert, daß die Summe der Quadrate der Abweichungen der Werte an den Schnittpunkten minimal werden. Nur beim „Cross Jack“ mit 6 Meßlinien ist garantiert, daß sich die Abweichungen der Werte an den Schnittpunkten auf den Wert Null approximieren lassen. In allen anderen Fällen kann eine Abweichungen der Werte an den Schnittpunkten auftreten. Die maximale Abweichung wird als „maximale Approximationsabweichung“ registriert. Sie kann als Maß für die Genauigkeit der Messung angesehen werden.

3. Bestimmung der Ebenheitsabweichung:

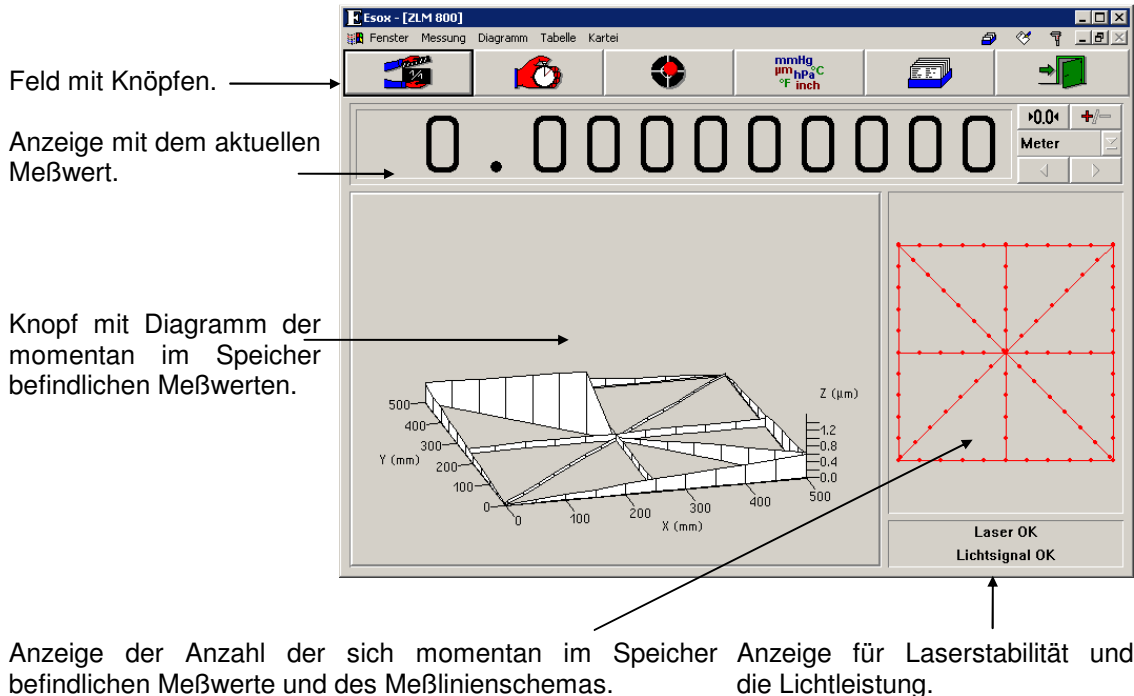
Nach der räumlichen Zuordnung der Meßwerte wird die Ebenheitsabweichung entsprechend der Richtlinie ISO 1101 bestimmt.

J 3 Bedienung des Programnteils "Ebenheit"

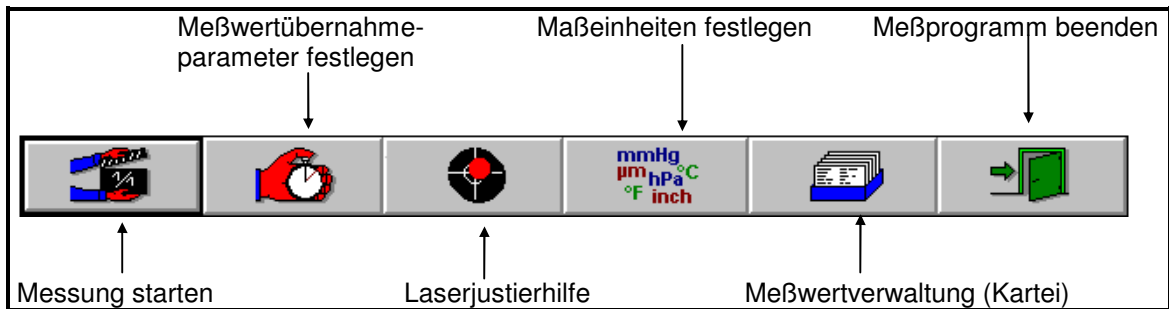
Der Programnteil wird genauso gestartet, wie der Programnteil „ZLM Position“ (siehe G 3.1 Start des Programnteils "Positionsunsicherheit" und C 3 Starten von Meßprogrammen).

J 3.1 Bildschirmfelder

Die Anordnung der Bildschirmfelder ähneln der des Programnteils „ZLM Position“.



Die Bedienung der Meßwertanzeige und die Wahl der Maßeinheiten erfolgt wie beim Programmteil „ZLM Position“.



J 3.2 Vorbereitung einer Messung

Über den Menüpunkt "Messen - Einstellungen" oder den



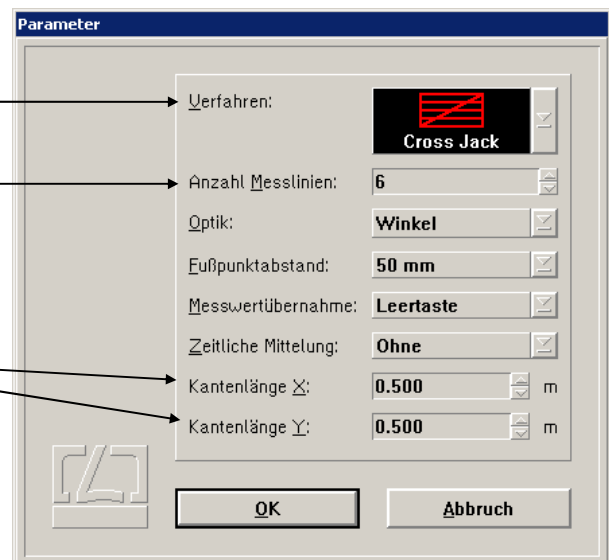
- Knopf erreichen Sie das

Dialogfeld „Parameter“.

Im aufklappbaren Listenfeld „**Verfahren**“ wird festgelegt, ob die Meßwerte nach dem „Union Jack“- oder dem „Cross Jack“- Schema aufgenommen werden sollen.

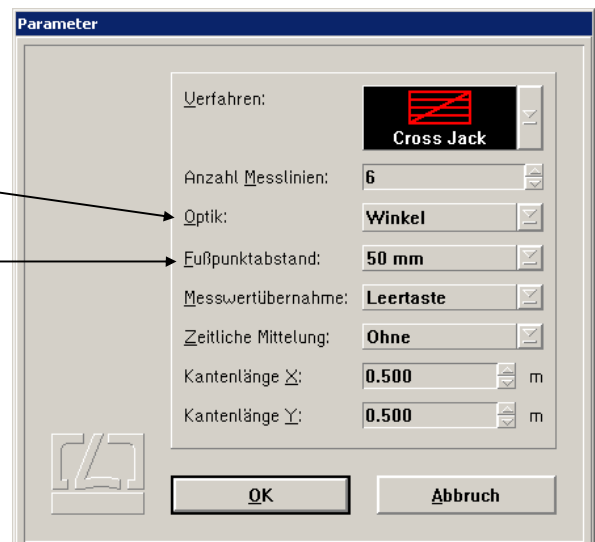
Beim „Cross Jack“- Schema muß die Gesamtanzahl der Meßlinien eingestellt werden.

In den unteren beiden Editierfeldern wird die Größe des Meßfeldes festgelegt.



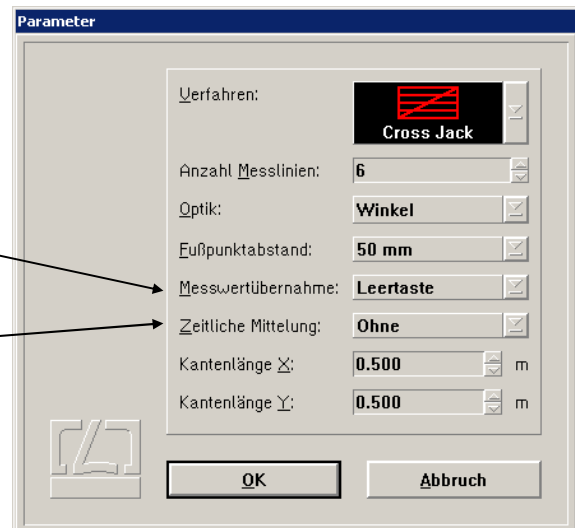
Im aufklappbaren Listenfeld „**Optik**“ kann zwischen der Verwendung der Winkeloptik und der Geradheitsoptik (2m und 10m) gewählt werden.

Bei der Verwendung der Winkeloptik muß die verwendete Fußabstandsplatte angegeben werden. Der eingestellte Wert bestimmt das Meßpunktraster auch bei Verwendung der Geradheitsoptik.




Der Zeitpunkt der Meßwertübernahme kann durch die **Leertaste** der Computertastatur oder durch ein externes Signal (Fernbedienung) vorgegeben werden. Die Auswahl wird im Listenfeld „**Meßwertübernahme**“ getroffen.

Es wird empfohlen mit einer **zeitlichen Mittelung** zu arbeiten, um eventuell auftretende Schwingungen herauszufiltern. Es sind die gleichen Auswahlmöglichkeiten wie beim Programm „Position“ vorhanden.



J 3.3 Durchführung einer Messung

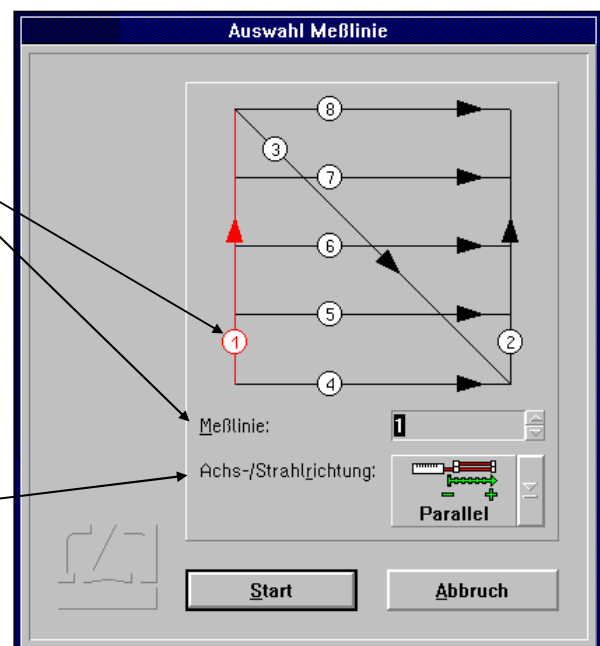
Der Start der Messung erfolgt durch das Aktivieren des Menüpunktes "Messen - Messung Start" oder durch die Wahl des  - Knopfes.

Sie erhalten das Dialogfeld „**Auswahl der Meßlinie**“.

Im Editierfeld Meßlinie können Sie die Nummer der Meßlinie festlegen, mit der Sie beginnen möchten. Die Auswahl ist auch möglich durch klicken auf die eingekreiste Zahl an der abgebildeten Darstellung des Meßschemas. Die ausgewählte Linie wird bei Farbbildschirmen rot dargestellt.

Das Programm erwartet, daß Sie bei der Aufnahme der Meßwerte immer in Pfeilrichtung verschieben.

Bei Verwendung der Winkeloptik ist noch von Bedeutung aus welcher Richtung der Laserstrahl kommt. Im Listenfeld „**Achs- / Strahlrichtung**“ wird eingestellt, ob Verschieberichtung und Strahlrichtung parallel oder antiparallel (entgegengesetzt) verlaufen. Eine falsche Einstellung hier, führt zu einem falschen Vorzeichen für die Meßwerte der Meßlinie und damit zu einem falschen Meßergebnis.

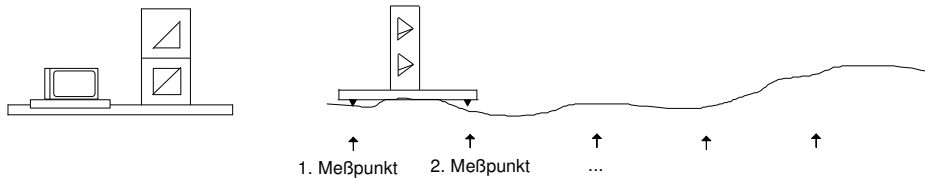


Nachdem Sie alle Einstellungen vorgenommen haben können Sie mit dem Aufbau für die Meßlinie beginnen. Nach Drücken des **Start** - Knopfs steht Ihnen beim ZLM 500 die Laserjustierhilfe

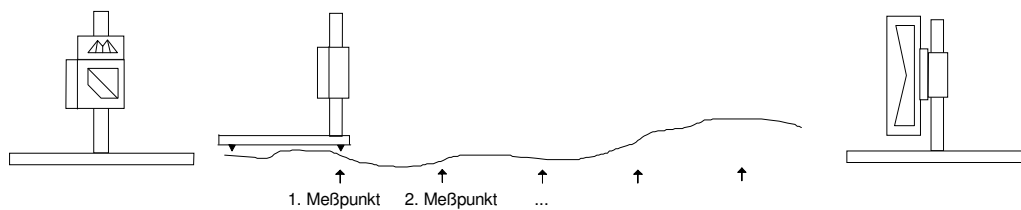
zur Verfügung (Aufruf des Menüpunktes „**Messung-Ausrichten**“ oder  - Knopf).


Nach dem Aufbau und der Laserjustage fahren Sie die Fußabstandsplatte zur ersten Meßposition. Diese Position ist bei Verwendung von Geradheits- und Winkeloptik unterschiedlich.


Winkeloptik: Die Füße stehen auf dem ersten und dem zweiten Meßpunkt.

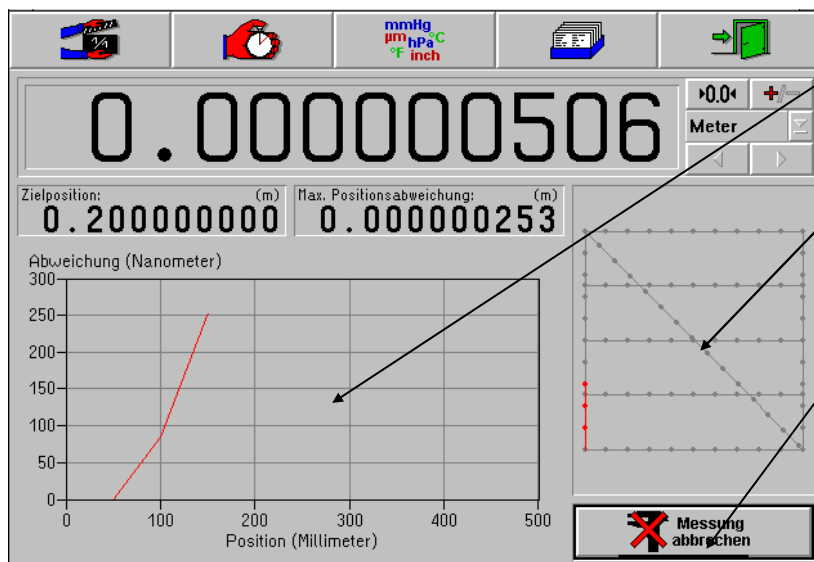


Geradheitsoptik: Der Doppelkeil befindet sich über dem ersten Meßpunkt.



Mit dem  - Knopf oder den Menüpunkt "**Messen - Rücksetzen**" wird die Anzeige anschließend auf den Wert 0 gebracht.

Jetzt können Sie mit der  oder mit der Fernbedienung den ersten Meßwert übernehmen. Schieben Sie dann die Fußabstandsplatte um einen Fußabstand zur zweiten Meßposition und übernehmen Sie den zweiten Meßwert u.s.w.



Das Diagramm zeigt die bisher aufgenommenen Meßwerte der Meßlinien.

Der Darstellung am rechten Rand können Sie entnehmen, welche Meßwerte bisher aufgenommen wurden.

Sie können die Aufnahme der Werte für eine Meßlinie jederzeit mit dem

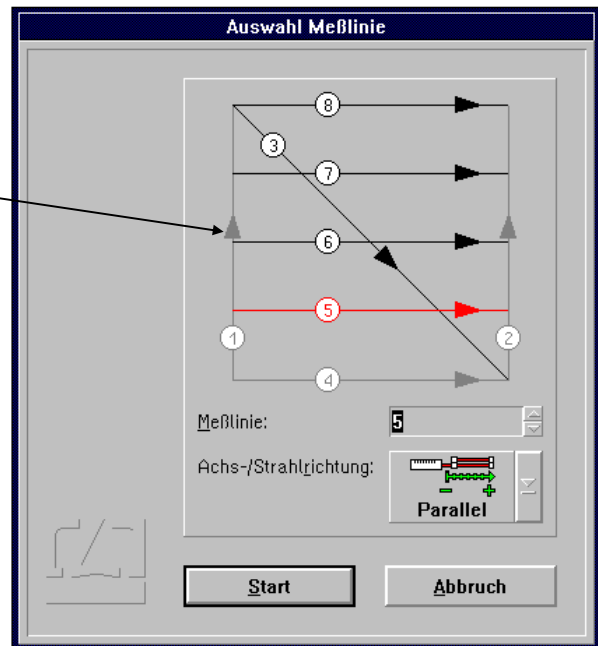
 - Knopf

abbrechen. Dabei wird nicht die komplette Messung abgebrochen sondern nur zum Auswahlfeld der Meßlinie zurückgekehrt.

Sind alle Meßwerte einer Linie aufgenommen, erscheint wieder das Auswahldialogfeld für die Meßlinie und Sie können mit der nächsten Meßlinie fortfahren.

Bereits gemessene Linien werden im Dialogfeld „Auswahl Meßlinie“ bei Farbbildschirmen grau dargestellt.

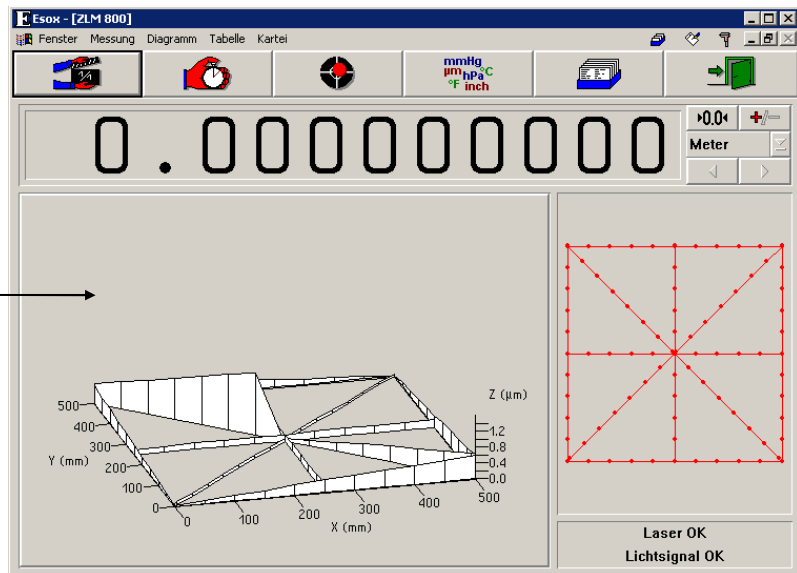
Sollte Ihnen ein Fehler aufgefallen sein, so können Sie durch erneute Wahl der entsprechenden Meßlinie die gesamte Meßlinie nochmals aufnehmen.



Nach Aufnahme der Werte der letzten Meßlinie werden die Meßwerte wie beim Programm „Position“ auf einer Karteikarte abgespeichert.

J 3.4 Auswertung einer Messung

Zur Diagrammdarstellung gelangt man über den großen Knopf oder den Menüpunkt „**Diagramm-Diagramm**“.



Kippung, Drehung und Höhe (z-Streckung) des dargestellten Diagramms können mit den Eingabefeldern am linken oberen Rand geändert werden.

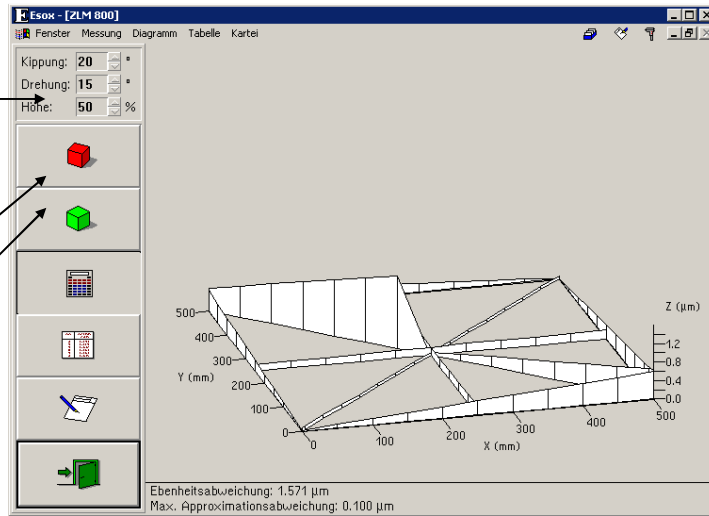
Eine dimetrische bzw. isometrische Darstellung erhalten Sie nach Drücken des



bzw.



Knopfes.



Mit dem



Knopf oder dem Menüpunkt „**Diagramm - Kenngrößen**“ können Ebenheitsabweichung und maximale Approximationsabweichung eingeblendet werden.

Die Bedeutung der maximalen Approximationsabweichung wurde in Abschnitt „J2 Kenngrößen“ erläutert.

Das Einblenden einer Meßwerttabelle, die Protokollierung der Meßergebnisse, die Beendigung der Diagrammdarstellung und das Laden von Meßwerten länger zurückliegender Messungen erfolgen wie beim Programm „Position“.

