

G 3 Auswertung von Positionsmessungen nach dem Schablonenverfahren

Bei Koordinatenmeßmaschinen wird neben den Aussagen der im Abschnitt G1 beschriebenen statistischen Auswerteverfahren auch eine Aussage über den längenabhängigen Meßfehler der Meßmaschine gewünscht. Die Richtlinie „VDI/VDE 2617“ berücksichtigt diesen Aspekt bei der Auswertung einer Positionsmessung nach dem Schablonenverfahren.

G 3.1 Auswerteverfahren

Beim Schablonenverfahren wird für alle gemessenen Paare von Positionsabweichungen x_i, x_j überprüft, ob die Bedingung

$$A_p + K_p \cdot |x_i - x_j| \leq B_p$$

gilt. A_p, K_p und B_p sind dabei positive Konstanten, die zur Charakterisierung der Meßmaschine vom Hersteller angegeben werden.

A_p gibt dabei einen Grundmeßfehler an, mit dem unabhängig von der Größe des Meßobjekts gerechnet werden muß.

K_p ist der längenabhängige Meßfehler und

B_p ist der Größtwert für den Meßfehler mit der Meßmaschine.

Oft findet man bei Koordinatenmeßmaschinen eine Herstellerangabe der Form

$$F = \left(1 + \frac{l}{1000}\right) \mu\text{m}, \quad l \text{ in mm.}$$

Zur Umrechnung einer Herstellerangabe $F = \left(U + \frac{l}{V}\right) \mu\text{m}$, (l in mm) in VDI/VDE 2617 konforme

Kenngößen können die Gleichungen

$$A_p = U \mu\text{m},$$

$$K_p = \frac{1000}{V} \mu\text{m/m} \quad \text{und}$$

$$B_p = U + \frac{1000}{V} \cdot L \mu\text{m}, \quad \text{bzw.} \quad B_p = A_p + K_p \cdot L, \quad \text{mit der maximalen Meßlänge } L$$

verwendet werden.

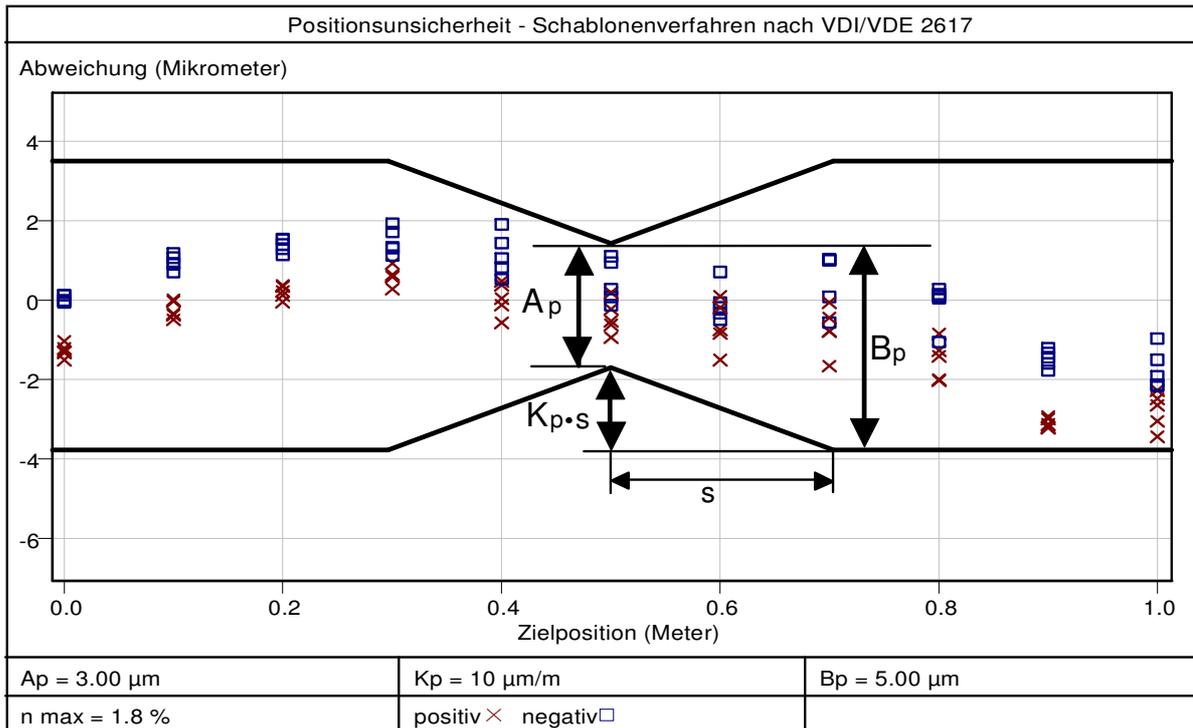
Beispiele: (1) $F = \left(1 + \frac{l}{1000}\right) \mu\text{m}$, l in mm liefert bei einer maximalen Meßlänge $L=1000$ mm:

$$\begin{aligned} A_p &= 1 \mu\text{m}, \\ K_p &= 1 \mu\text{m/m} \quad \text{und} \\ B_p &= 2 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

(2) $F = \left(5 + \frac{l}{100}\right) \mu\text{m}$, l in mm liefert bei einer maximalen Meßlänge $L=600$ mm:

$$\begin{aligned} A_p &= 5 \mu\text{m}, \\ K_p &= 10 \mu\text{m/m} \quad \text{und} \\ B_p &= 11 \mu\text{m}. \end{aligned}$$

Zur Veranschaulichung der Bedingung $A_p + K_p \cdot |x_i - x_j| \leq B_p$ kann aus den Kenngößen A_p, K_p und B_p eine Schablone angefertigt werden.



Zwei Meßwerte x_i und x_j erfüllen die Bedingung $A_p + K_p \cdot |x_i - x_j| \leq B_p$, wenn die Taille der Schablone zur Meßposition des Meßwerts x_j geschoben wird und durch anschließende vertikale Verschiebung der Schablone eine Lage gefunden werden kann, bei der die Meßwerte x_i und x_j innerhalb der Schablone liegen.

1. Die Herstellerangabe ist erfüllt, wenn für alle Positionsabweichungen x_i , x_j die Ungleichung $A_p + K_p \cdot |x_i - x_j| \leq B_p$ gilt.
2. Ist dies nicht der Fall, so bestimmt man alle Meßwertnummern „i“, für die mindestens eine Meßwertnummer „j“ gibt bei der $A_p + K_p \cdot |x_i - x_j| \leq B_p$ nicht erfüllt ist. Ist der prozentuale Anteil der Anzahl der bestimmten Meßwertnummern „i“ von der Gesamtanzahl der Meßwerte „n_{max}“ kleiner oder gleich 5 %, so kann eine Wiederholungsmessung durchgeführt werden.
3. Ist „n_{max}“ größer als 5 %, so ist die Herstellerangabe nicht erfüllt.

Auch die Bedingung $n_{\max} \leq 5\%$ kann mit der Schablone veranschaulicht werden. Die Tailleposition der Schablone wird zunächst zur ersten Meßposition geschoben. Anschließend wird die Schablone vertikal verschoben bis die Anzahl der außerhalb der Schablone liegenden Meßwerte minimal ist. Die außerhalb liegenden Meßwerte werden markiert. Auf gleiche Weise verfährt man, wenn man die Taille der Schablone zu den anderen Meßpositionen bewegt. Dann werden die markierten Meßpunkte gezählt und der prozentuale Anteil „n_{max}“ der gezählten Meßpunkte von der Gesamtanzahl der Meßpunkte bestimmt.

Bei der Messung kann das „Linearverfahren“, das „Pendelschrittverfahren“ oder das „Quasi-Pilgerschritt-Verfahren“ verwendet werden (vgl. Abschnitt G 1). Es sind mindestens 11 auf der gesamten Meßlänge verteilte Meßpositionen festzulegen. Jede Meßposition muß mindestens 5 mal aus beiden Richtungen angefahren werden.

Ist eine Wiederholungsmessung erforderlich, so werden weitere 20 Durchläufe aufgenommen. Bei diesen Durchläufen müssen aber nicht alle Positionen angefahren werden, sondern nur die

Positionen, bei denen Meßwerte außerhalb der Schablone lagen. An diesen Positionen liegen dann mindestens 25 Meßwerte für jede Anfahrtrichtung vor.

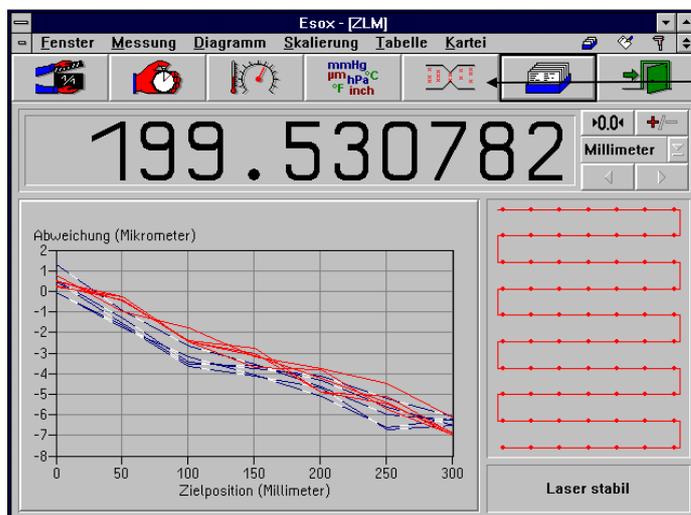
Im Zeitraum zwischen Erstmessung und Wiederholungsmessung darf weder die Anzeige der Meßmaschine noch die Anzeige des Laserwegmeßsystems zurückgesetzt werden und beim Laserwegmeßsystem darf keine Strahlunterbrechung aufgetreten sein.

Bei der Auswertung der Wiederholungsmessung gibt es drei Fälle:

1. Bei der Bestimmung von „ n_{\max} “ stellt man fest, daß ein Meßpunkt einer Position, bei der keine Wiederholungsmessung durchgeführt wurde außerhalb der Schablone liegt. Die Herstellerangabe ist dann nicht erfüllt.
2. Ist „ n_{\max} “ größer als 5 %, so ist die Herstellerangabe nicht erfüllt.
3. Bei der Bestimmung von „ n_{\max} “ werden die Meßpunkte in der Tailenposition näher untersucht. Es wird der prozentuale Anteil „ $ü$ “ der Anzahl der Tailenmeßpunkte, die außerhalb der Schablone liegen von der Gesamtzahl der Tailenmeßpunkte bestimmt. Ist der Maximalwert „ $ü_{\max}$ “ der Werte „ $ü$ “ für alle Tailenpositionen größer als 5 %, so ist die Herstellerangabe nicht erfüllt.

Die VDI/VDE 2617 sieht für die manuelle Auswertung eine Tabelle vor. Das Programm „ZLM Position“ liefert aber bereits die Werte „ n_{\max} “ und „ $ü_{\max}$ “ und die Aussage „Erstmessungswert außerhalb“ als Meßergebnis.

G 3.2 Start der Auswertung



Sie gelangen mit dem

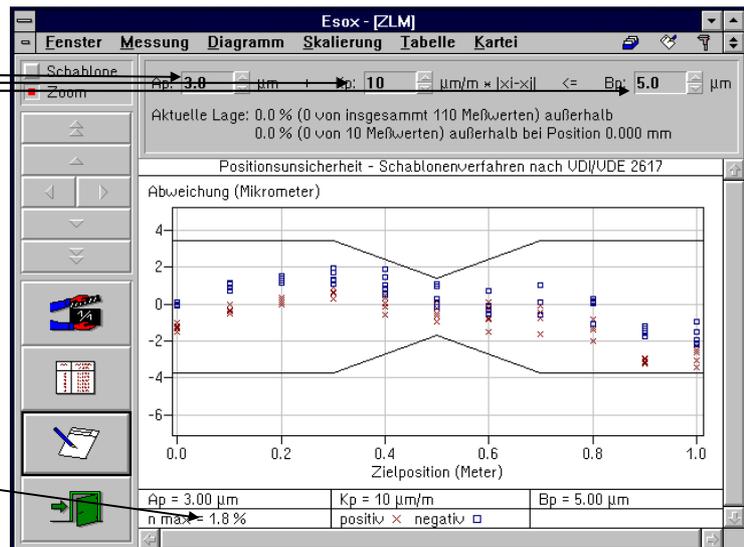


- Knopf oder mit dem Menüpunkt „Diagramm-Schablone“ zur Auswertung nach dem Schablonenverfahren.

G 3.3 Bedienung bei der Schablonendarstellung

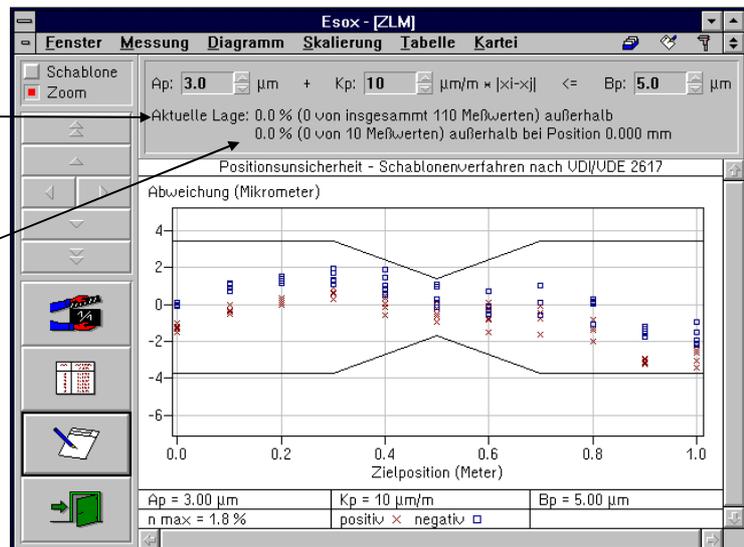
In den Eingabefeldern am oberen Rand werden die Kenngrößen A_p , K_p und B_p festgelegt.

Am unteren Rand wird der maximale Anteil der Überschreitungen pro Tailleposition „n max“ angegeben. Diese Angabe ist das Meßergebnis. Sie wird vom Programm aus den angegebenen Werten A_p , K_p und B_p , allen Meßwerten und allen Taillepositionen bestimmt und ist unabhängig von der aktuell dargestellten Schablone.



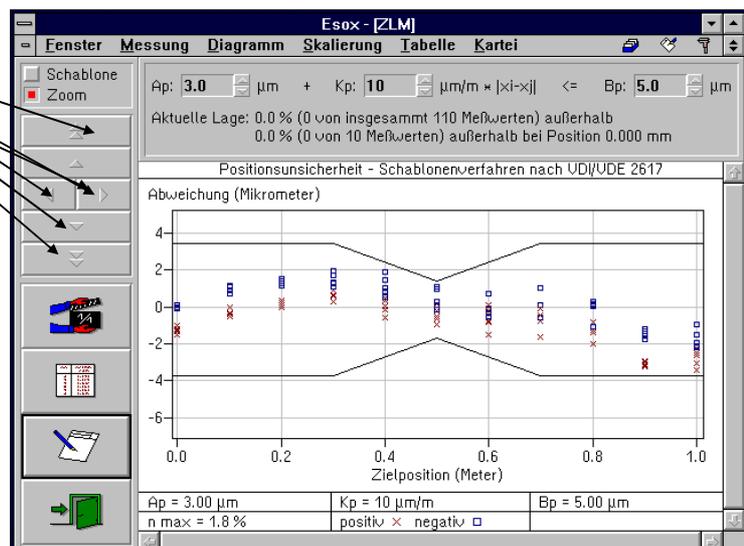
In der ersten Zeile unter den Kenngrößen finden Sie eine Angabe, wie viele Meßwerte bei der aktuell dargestellten Schablonenlage außerhalb der Schablone liegen.

Die zweite Zeile ist nur bei der Wiederholungsmessung von Bedeutung. Sie gibt an, an welcher Position die meisten Meßwerte außerhalb der Schablone liegen und wie groß der prozentuale Anteil der bei dieser Position außerhalb der Schablone liegenden Meßwerte im Bezug auf alle Meßwerte dieser Position ist.



Mit den Richtungsknöpfen kann die Schablone verschoben werden.

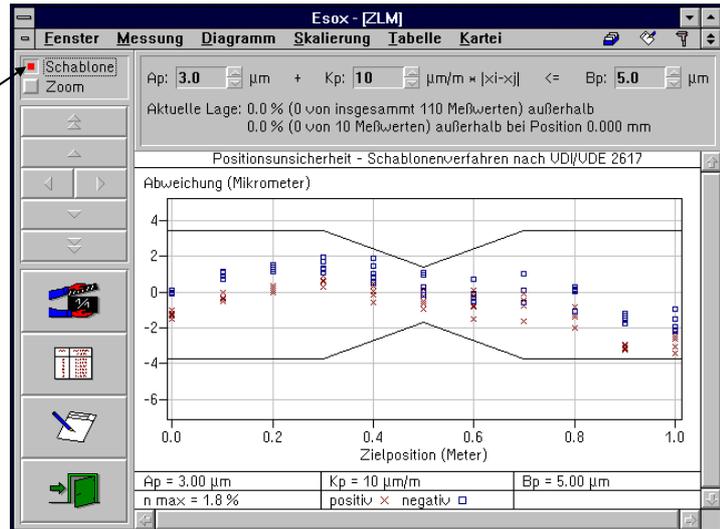
Bei einer horizontalen Verschiebung bestimmt das Programm die optimale vertikale Position der Schablone für die gewählte Tailleposition.



Die Schablone kann auch mit der Maus verschoben werden.

Drücken Sie dazu den Schalter „Schablone“.

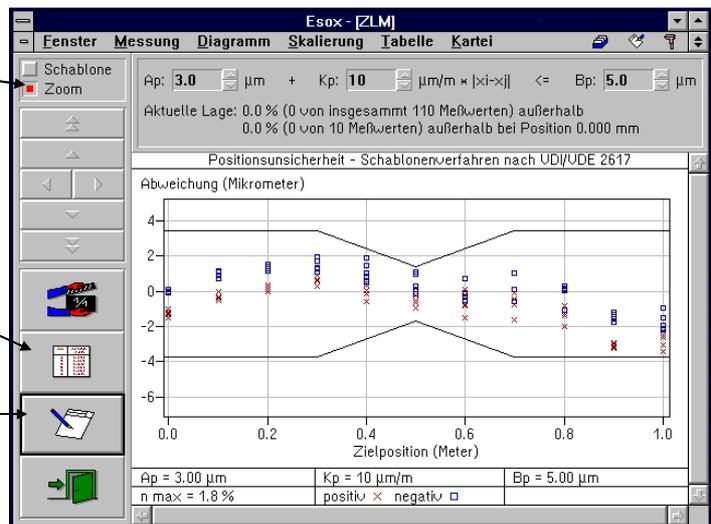
Nach Klicken auf das Diagramm folgt die Schablone den Mausbewegungen bei niedergedrückter linker Maustaste.



Bei gewähltem Knopf „Zoom“ können Diagrammausschnitte, auf gleiche Weise wie im Abschnitt G 2.6.5 beschrieben, vergrößert werden.

Mit dem  -Knopf kann die Meßwerttabelle eingeblendet werden.

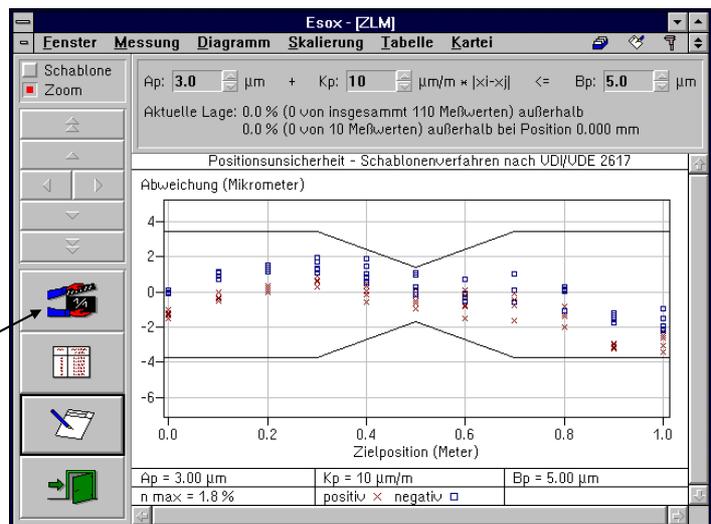
Der  -Knopf kann zur Anfertigung eines Protokolls verwendet werden.



G 3.4 Wiederholungsmessung

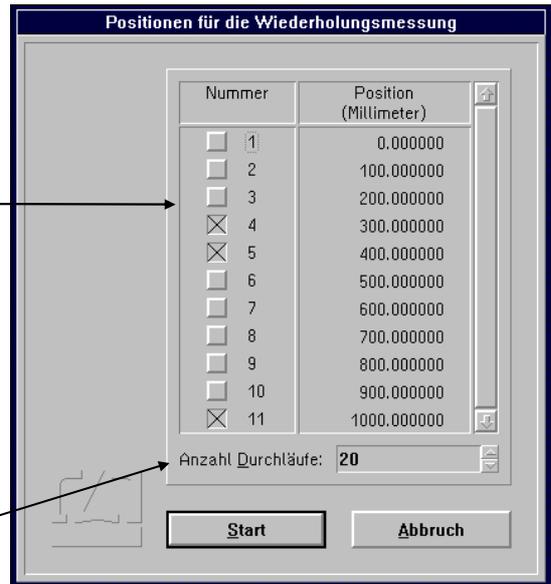
Ist der maximale Anteil der Überschreitungen pro Tailenposition („n max“ am unteren Rand) gleich Null, so ist die Herstellerangabe erfüllt. Ist der Wert größer 5 %, so ist die Herstellerangabe nicht erfüllt. Im verbleibenden dritten Fall ($n_{max} > 0$ % und $n_{max} \leq 5$ %) kann eine Wiederholungsmessung durchgeführt werden.

Drücken Sie dazu den  -Knopf oder wählen Sie den Menüpunkt „Messung-Wiederholungsmessung“



Zunächst muß festgelegt werden, an welchen Positionen die Wiederholungsmessung durchgeführt werden soll.

Im Dialogfeld „Positionen für die Wiederholungsmessung“ werden vom Programm bereits die Positionen ausgewählt, an denen unbedingt nachgemessen werden muß. Sie können zusätzliche Positionen auswählen. Sie können auch vom Programm ausgewählte Positionen wieder entfernen. Beachten Sie aber, daß nach der Wiederholungsmessung alle Erstmessungswerte innerhalb der Schablone sein müssen. Entfernen Sie deshalb vom Programm ausgewählte Positionen nur dann, wenn Sie beabsichtigen, die Kenngrößen A_p , K_p und B_p nach der Wiederholungsmessung zu ändern.

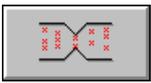


Von der VDI/VDE 2617 werden 20 Durchläufe für die Wiederholungsmessung empfohlen. Insgesamt sollten bei Erst- und Wiederholungsmessung 25 Durchläufe aufgenommen werden.

Die Wiederholungsmessung verwendet das gleiche Positionierverfahren wie die Erstmessung. Es werden jedoch nur die gewählten Positionen angefahren.

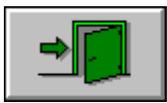
Nach Beendigung der Wiederholungsmessung werden die Meßwerte auf der selben Karteikarte gespeichert, wie die Erstmessungswerte.

Die Meßwerte der Wiederholungsmessung stehen nur der Auswertung nach Schablonenverfahren zur Verfügung, nicht der „normalen“ Positionsunsicherheitsauswertung, da dort von gleicher Anzahl der Meßwerte für jede Meßposition ausgegangen wird.

Mit dem  - Knopf oder mit dem Menüpunkt „Diagramm-Schablone“ gelangen Sie wieder zur Auswertung nach dem Schablonenverfahren.

Mit dem aufklappbaren Listenfeld am linken oberen Bildschirmrand kann zwischen der Darstellung und Auswertung der Wiederholungsmessung und der Erstmessung gewählt werden.

Bei der Wiederholungsmessung wird am unteren Rand neben „n max“ auch der maximale Anteil der Überschreitungen in den Meßpositionen „ü max“ angezeigt.

Mit dem  - Knopf kann die Schablonendarstellung beendet werden.

