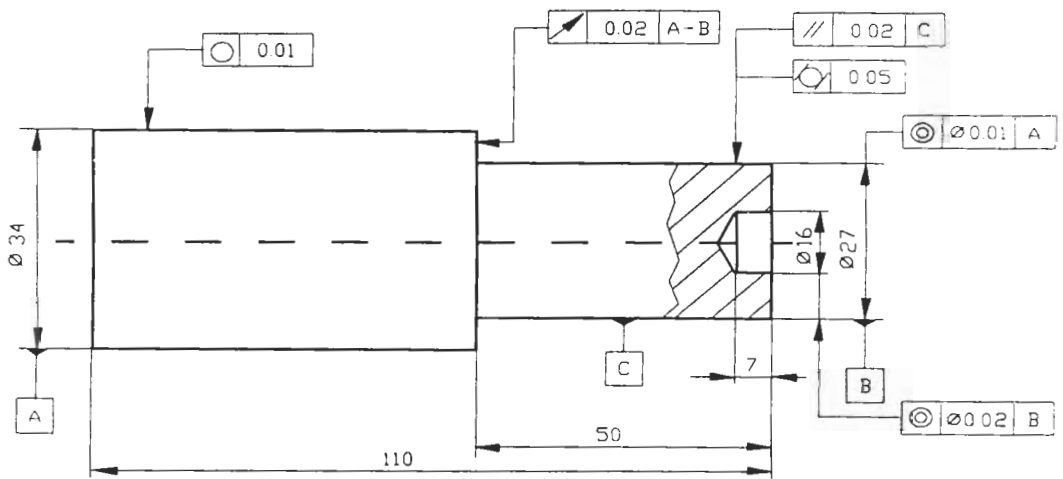


Technische Universität Dresden	Professur für Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung	Datum:
	Praktikum Fertigungsmesstechnik	Signum:
Protokollblatt		
Form- und Lagemesstechnik (FLM)		
Namen:	Übungsgruppe:	
1	5.	
2	6.	
3	7.	
4	8.	

MP 1: Form- und Lageabweichungen

Messung	Abweichung µm	Toleranzüber- schreitung µm	Lage des Mittelpunktes	
			e µm	Φ °
Rundheit				
Messebene 137 mm (LSC)	3,2	0	1,3	9,6
Messebene 137 mm -LSC	3,2	0	1,3	9,6
-MIC	3,28	0	1,3	2,9
-MCC	3,07	0	1,0	20,0
-MZC	2,87	0	1,2	24,4
Zylindrizität				
Messebene 220 mm	4,06	0	0,5	238,5
Messebene 192 mm	5,68	0	0,9	204,7
Messebene 170 mm	4,06	0	1,1	114,5
Koaxialität				
Messebene 220 mm	6,21	0	1,9	12,4
Messebene 170 mm	3,8	0		



Messebene I

Messebene II

Tolerierung DIN ISO 2768 - fH

Bild 10.14: Welle

Inhaltsverzeichnis:

Versuchsziel

theoretische Grundlagen für die Messungen

Versuchsdurchführung

Auswertung

Anlagen:

- 1. Arbeitsblatt und Skizze**
- 2. Messschriebe der Rundheitsmessung**
- 3. Messschriebe der Koaxialitätsmessung**
- 4. Messschriebe der Planlaufmessung**
- 5. Messschriebe der Zylindrizitätsmessung**
- 6. Messschriebe der Rundheitsmessung an Prüflingen mit definierter Formabweichung**

Versuchsziel:

An einem zylindrischen Werkstück werden die Formabweichungen von der Rundheit und der Zylindrizität, sowie die Lageabweichungen von der Koaxialität entsprechend den Toleranzeintragungen in der technischen Zeichnung ermittelt.

theoretische Grundlagen für die Messungen:

Werkstücke setzen sich aus Formelementen zusammen. Jedes dieser Formelemente hat eine Gestalt, die sich auf ein bestimmtes geometrisch ideales Formelement zurückführen lässt.

Die Gestaltabweichungen lassen sich folgendermaßen untergliedern:

Grobgestaltabweichungen

- Maßabweichungen
- Formabweichungen
- Lageabweichungen

Feingestaltabweichungen

- Welligkeit
- Rauheit

In folgender Tabelle sind die Form- und Lagetoleranzen nach DIN ISO 1101 dargestellt:

Arten von Elementen u. Toleranzen		Tolerierte Eigenschaft	Symbole
Einzelne Elemente	Formtoleranzen	Geradheit	—
		Ebenheit	
Rundheit (Kreisform)		○	
Zylindrizität			
Einzelne oder bezogene Elemente		Profil einer beliebigen Linie	∩
		Profil einer beliebigen Fläche	∪
Bezogene Elemente	Richtungstoleranzen	Parallelität	//
		Rechtwinkligkeit	⊥
		Neigung	∠
	Orstoleranzen	Position	⊕
		Konzentrizität und Koaxialität	⊙
		Symmetrie	=
	Laftoleranzen	Lauf	↗
Gesamtlauf		↻	

In einer technischen Zeichnung müssten alle Toleranzen für Maß-, Form- und Lageabweichungen für jedes Formelement festgelegt werden. Zur übersichtlichen Gestaltung der technischen Zeichnung wurden die Allgmeintoleranzen eingeführt, welche sich in die groben, mittleren und feinen Toleranzklassen aufteilen.

Toleranzklasse H

Nennmaß- bereiche:	...10	> 10 ... 30	> 30 ... 100	> 100 ... 300	> 300 ... 1000	> 1000 ... 3000
$\text{---} \text{ } \text{ } \text{---}$	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
\perp	0,2		0,3		0,5	
\equiv	0,5					
 / 	0,1					

Toleranzklasse L

Nennmaß- bereiche:	...10	> 10 ... 30	> 30 ... 100	> 100 ... 300	> 300 ... 1000	> 1000 ... 3000
$\text{---} \text{ } \text{ } \text{---}$	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6
\perp	0,6		1		2	
\equiv	0,8			1		2
 / 	0,5					

Toleranzklasse K

Nennmaß- bereiche:	...10	> 10 ... 30	> 30 ... 100	> 100 ... 300	> 300 ... 1000	> 1000 ... 3000
$\text{---} \text{ } \text{ } \text{---}$	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8	0,8
\perp	0,4		0,6		1	
\equiv	0,8			0,8		1
 / 	0,2					

Rundheit

Die Allgmeintoleranz für Rundheit ist das **Minimum** aus Durchmesser- und der Allgmeintoleranz für Lauf.

Parallelität

Die Allgmeintoleranz für Parallelität ist das **Maximum** aus Maßtoleranz und der Allgmeintoleranz für Geradheit/ Ebenheit.

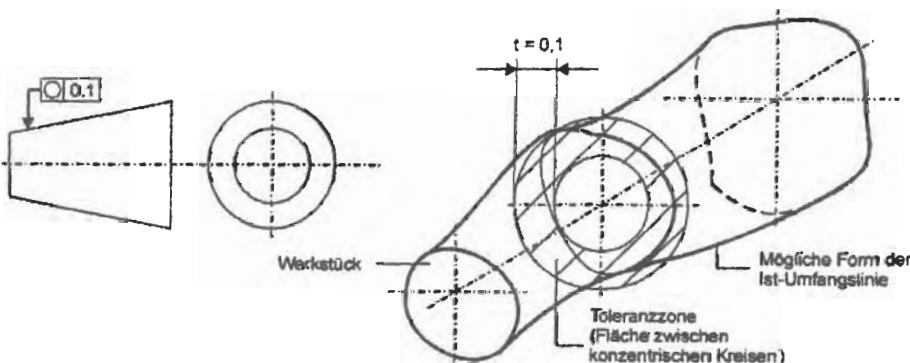
Meist sind aber für ein Formelement engere Toleranzen gefordert. So wird das Formelement gesondert toleriert und die Toleranz in einem Toleranzrahmen an das Element angetragen.

Formabweichungen:

Formabweichungen sind **Abweichungen** der Istform eines Formelementes von der geometrisch idealen Form. Die Formtoleranz ist die größte zulässige Formabweichung.

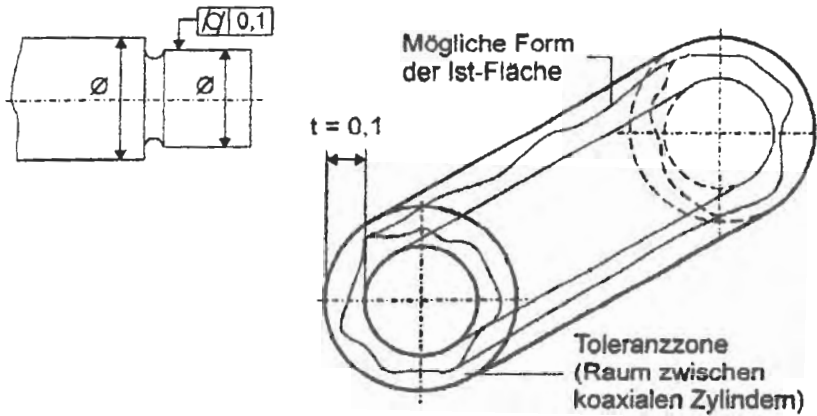
Rundheit:

Die Toleranzzone sind zwei konzentrische Kreise vom Abstand t , innerhalb derer der tolerierte Kreis liegen muss.



Zylindrizität:

Die Toleranzzone sind zwei konzentrische Zylinder vom Abstand t , innerhalb derer die tolerierte Zylindermantelfläche liegen muss.

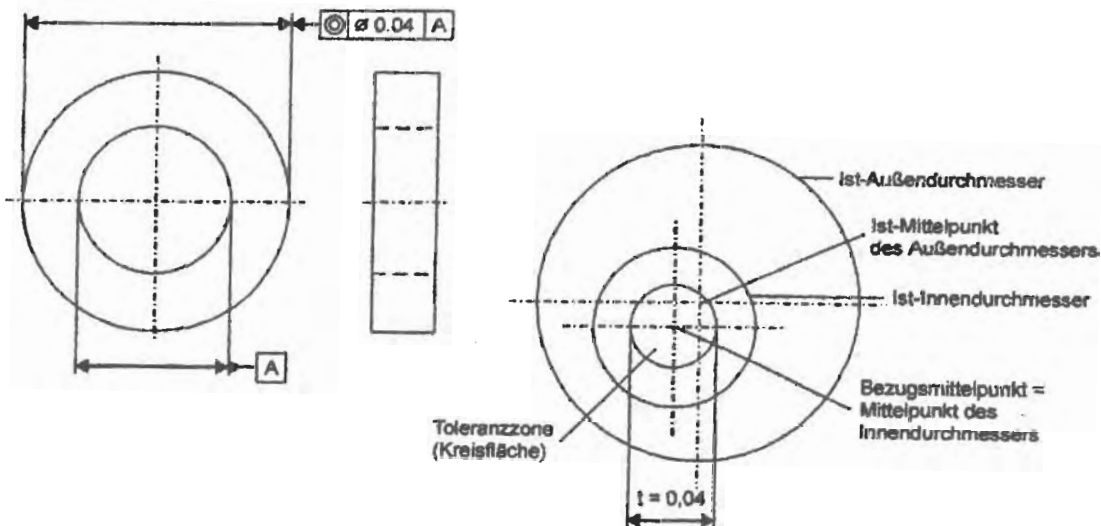


Lageabweichungen:

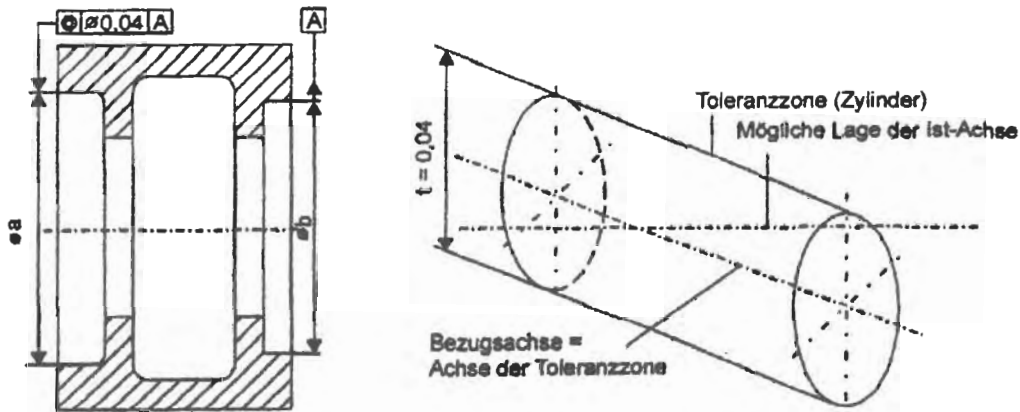
Lageabweichungen sind Abweichungen der Istlage eines Formelementes von seiner theoretisch genauen Lage in Bezug auf ein anderes Element (Bezugselement), welches nur geringe Formabweichungen haben darf (eng toleriert).

Konzentrität:

Die Konzentritätstoleranz ist eine ebene, kreisförmige Toleranzzone mit dem Durchmesser t um den Bezugsmittelpunkt eines Kreises. Der Mittelpunkt des tolerierten Kreises muss in dieser Zone liegen.

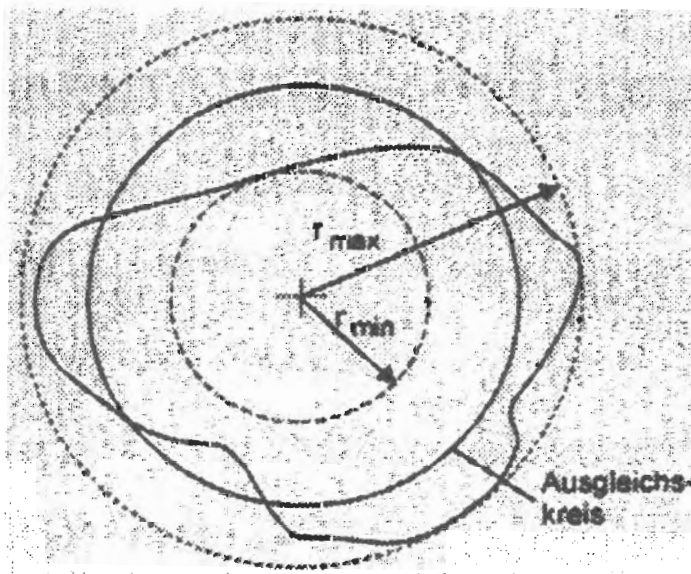


Die Koaxialitätstoleranz ist eine räumliche Toleranzzone. Bezugselement ist die Achse eines Zylinders, um die eine zylinderförmige Toleranzzone gebildet wird. Innerhalb dieses Toleranzzylinders muss die Achse des tolerierten Elementes liegen.



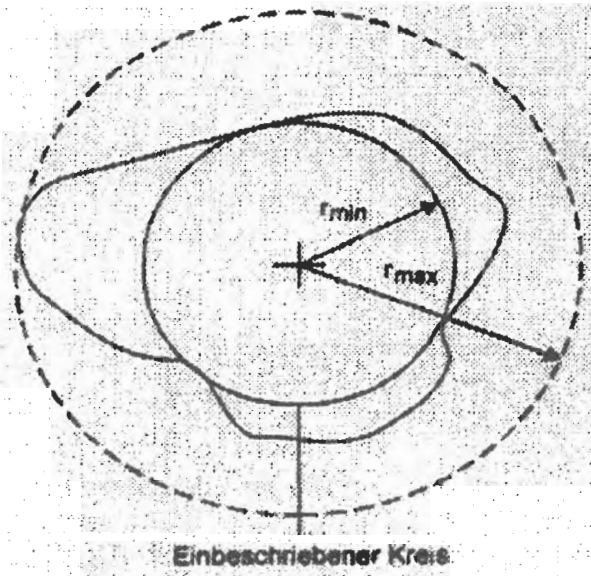
Die Messung der Form- und Lageabweichungen wird an modernen Messgeräten auf die Messung von einzelnen Kreis- und Geradenprofilen zurückgeführt. Es gibt mehrere Möglichkeiten zur Auswertung der Toleranzhaltigkeit.

→ Ausgleichskreis:



Nach der Methode der kleinsten Abstandsquadrate wird aus den Messwerten der Ausgleichskreis berechnet. Die Rundheitsabweichung ist der kleinstmögliche radiale Abstand der zum Ausgleichskreis konzentrischen Kreise, die das Profil einschließen.

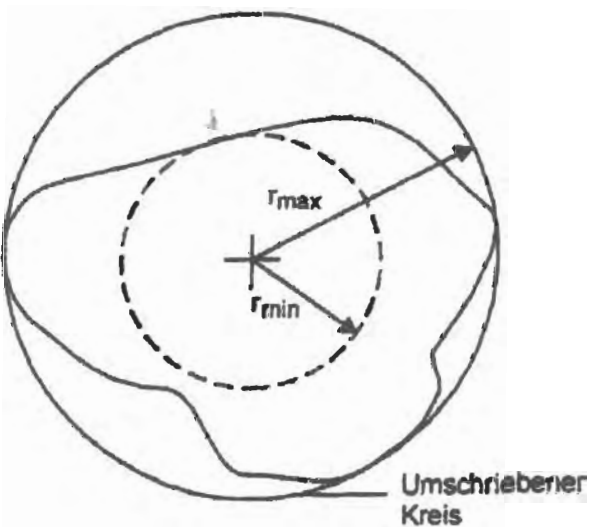
→ *Pferchkreis (größter einbeschriebener Kreis):*



Die Rundheitsabweichung ist der maximale radiale Abstand des Profils zum größten einbeschriebenen Kreis.

Anwendung: Einhaltung des Paarungsmaßes nach dem Taylorschen Grundsatz an Bohrungen.

→ *Hüllkreis (kleinster umschriebener Kreis):*



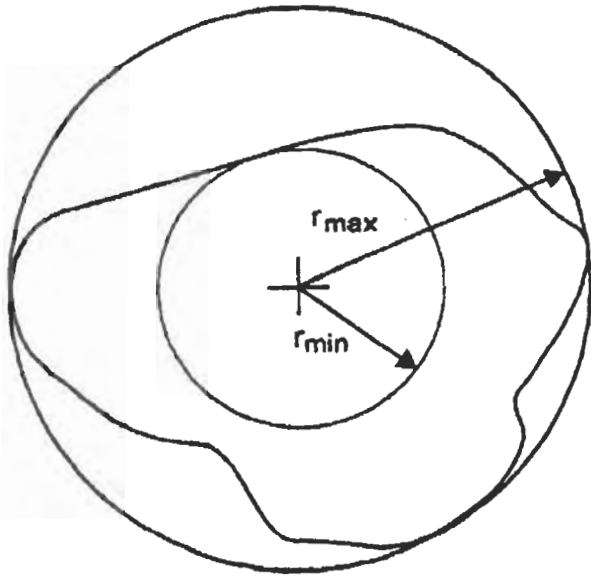
Die Rundheitsabweichung ist der maximale radiale Abstand des Profils zum kleinsten umschriebenen Kreis.

Anwendung: Einhaltung des Paarungsmaßes nach dem Taylorschen Grundsatz an Wellen.

Taylor'sche Grundsatz:

Bei der Prüfung von Paarungsteilen ist das gutseitige Grenzmaß als Paarungsmaß und das oder die ausschussteitigen Grenzmaße als Istmaße zu prüfen. Das Paarungsmaß ist das Maß des formidealen Gegenstücks, mit dem der Prüfling unter definiertem Kraftaufwand gerade noch paarungsfähig ist. Als Gegenstück ist das zum Prüfling gehörende Paarungsteil laut Zeichnung zu verstehen.

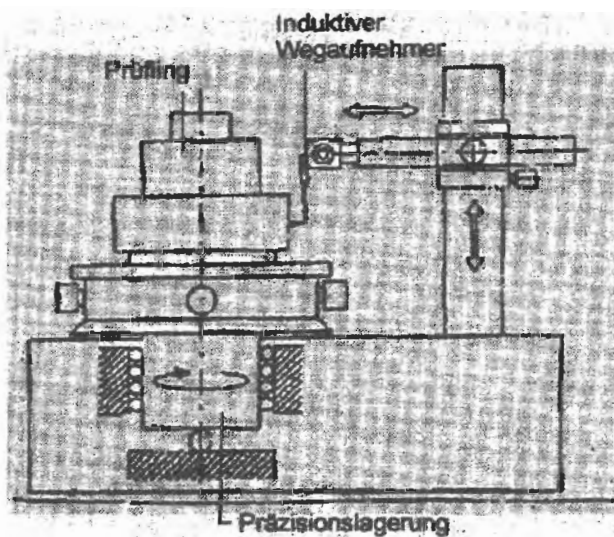
→ *Minimale Kreisringzone:*



Die Rundheitsabweichung ist der kleinstmögliche radiale Abstand zweier konzentrischer Kreise, die das Profil einschließen.

Nach DIN ISO 1101 wird die minimale Kreisringzone als Referenzelement vorgeschlagen.

Versuchsdurchführung:



Bei der Bestimmung der Formabweichung wird die Form des Prüflings mit einem Formnormal verglichen. In unserem Praktikum wurde ein Rundheitsmessgerät MMQ3/F2P verwendet, bei dem die Formverkörperung die Rundführung mit einer Präzisionslagerung mit einer Rundlaufabweichung $< 0,1 \mu\text{m}$ ist. Der Prüfling ist auf dem Rundtisch gelagert und ausgerichtet. Das Ziel der

Ausrichtung ist es, die Werkstückachse des unteren Zylinders soweit wie möglich mit der Rundtischachse in Übereinstimmung zu bringen.

Die radialen Längenänderungen werden von einem Messtaster aufgenommen und dem Rechner zur Auswertung zugeführt.

Das Lage-Normal ist die Lage der Drehachse des Rundtisches.

Das Rundheitsmessgerät hat weiterhin eine Geradföhrung in Richtung z-Achse für die Führung des Messtasters. Dadurch ist es möglich, die Formabweichung von der Geraden, z.B. die der Mantellinie, sowie die Formabweichung vom Zylinder zu messen.

Auswertung:

Zu Beginn der Messungen wird die Lage der Achse des Prüflings so gut wie möglich zur Lage der Drehachse des Rundtisches ausgerichtet. Dazu werden durch Rundheitsmessungen am unteren und oberen Teil des Prüfzylinders die Exzentrizitäten bestimmt. Diese Abweichungen der Zylinderachse von der Rundtischdrehachse werden durch Verdrehen der Stellschrauben am Rundtisch minimiert. Durch weitere Messungen mit größerem Messbereich wird die Exzentrizität weiter minimiert, bis sie einen Wert $e < 1\mu\text{m}$ erreicht.

So wird verhindert, dass durch Winkelabweichungen der Mittelachsen zueinander eine Ellipse statt ein Kreis abgetastet wird oder die Rundheitsmessung aufgrund einer Exzentrizität ein nicht vorhandenes Oval ergibt.

Es wurden 4 Messungen mit den unterschiedlichen Auswerteverfahren LSC, MIC, MCC und MZC durchgeführt.

Die Rundheit für den unteren Teil des Prüflings ist mit 0.01 mm toleriert.

Der Prüfling überschritt bei keiner Messung die geforderte Toleranz und ist somit als Gutteil zu deklarieren.

Fragen:

1. Ist das Werkstück im gewählten Querschnitt bei der Rundheitsmessung ein Gleichdick oder ein Oval? Welche Schlussfolgerungen ziehen Sie daraus auf die (eventuelle) Änderung von Herstellungsparametern?

Nach Betrachtung der Messschriebe der Rundheitsmessung und der Harmonischen Analyse wurde festgestellt, dass es sich bei dem Prüfling um ein Oval handelt. Dies ist aus der dominanten 2. Ordnung zu erkennen.

Abweichungen der Rundheit von der geometrisch idealen Form bei der Fertigung erklären sich aus:

- **maschinenbedingte Ursachen**

- statische und oder dynamische Abweichungen der Form und Lage von Führungen und Lagerungen von bewegten Maschinenkomponenten
- Positionierabweichungen der bewegten Komponenten
- elastische Verformungen der Maschine, Führungen und des Werkzeugs
- Bearbeitungskräfte
- Verschleiß
- Schwingungen im System
- Lagerungs- und Führungsspiel
- ungeeignete oder fehlerhafte Aufnahme des Werkstückes in der Maschine

- **werkstückbedingte Ursachen**

- Inhomogenitäten in Werkstoff
- Deformationen des WST beim bearbeiten
- unterschiedliche Temperaturverteilung
- umgebungsbedingte Ursachen
- Temperaturschwankungen
- Schwingungen

- **Außerdem Bedienungsfehler**

2. Skizzieren Sie Achslagen der Bezugsachse und der tolerierten Achse in einer räumlichen Darstellung! (Übertriebene Darstellung!)

Siehe Bild 10.15

3. Warum muss zur Auswertung der Koaxialabweichung der Schnitt mit der größten Exzentrizität herangezogen werden?

Der Schnitt mit der größten Exzentrizität hat den größten Einfluss auf die Abweichung von der Koaxialität, denn er weicht im tolerierten Hüllzylinder am meisten ab.

4. Wie viel Messebenen müssen Sie bei der Zylindrizitätsmessung mindestens wählen, wenn es sich um ein relativ langes Teil handelt? Warum?

Es muss in mindestens drei Messebenen gemessen werden, da die Welle an den äußeren Messebenen gleich sein kann, jedoch in der Mitte abweicht, oder umgedreht. Mit mehr Messungen verringert sich die Messunsicherheit.

5. Welche möglichen Zylinderformabweichungen können bei der Herstellung auftreten?

Es können folgende Abweichungen auftreten:

- kegelig
- ballig
- doppelglocken (Hohlform)
- verwundene Form
- krumme Form
- Überlagerung von mehreren Formabweichungen

6. Skizzieren und beschreiben Sie Rundheitsmessverfahren mit einfachen Werkstattmessgeräten.

Rundheitsmessung mit mechanischem Feinzeiger:

Bei diesem Verfahren wird z.Bsp. direkt nach dem Drehen einer Welle in der Aufspannung ein mechanischer Feinzeiger auf der Welle arretiert. Hierbei gibt dann der maximale Zeigerausschlag die maximale Abweichung von der Rundheit an.

Rundheitsmessung mit mechanischem Feinzeiger(Zweipunktmessung)

Bei diesem Verfahren ist zu beachten, dass ein Dreibogengleichdick als ideal rund gemessen wird. Das zu prüfende Werkstück wird auf einer Prüfebene liegend gedreht und seine Mantelfläche in einem Schnitt mit einem mechanischem Feinzeiger abgetastet.

Siehe Skizzen im Anhang

Rundheitsmessung mit mechanischem Feinzeiger(Dreipunktmessung)

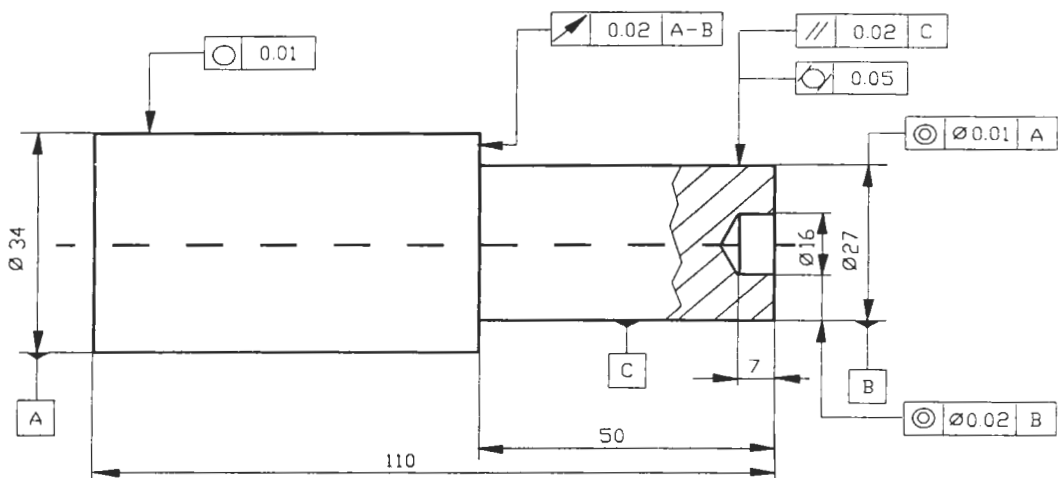
Bei diesem Verfahren ist zu beachten, dass eine elliptische Form als ideal rund gemessen wird. Das zu prüfende Werkstück wird in einem Prüfprisma (Prismenwinkel 60°) liegend gedreht und seine Mantelfläche in einem Schnitt mit einem mechanischem Feinzeiger abgetastet.

Siehe Skizzen im Anhang

Technische Universität Dresden	Professur für Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung	Datum:
	Praktikum Fertigungsmesstechnik	Signum:
Protokollblatt		
Form- und Lagemesstechnik (FLM)		
Namen:		Übungsgruppe:
1.		5.
2.		6.
3.		7.
4.		8.

MP 1: Form- und Lageabweichungen

Messung	Abweichung µm	Toleranzüberschreitung µm	Lage des Mittelpunktes	
			e µm	Φ °
Rundheit				
Messebene 140 mm (LSC)	4,72	0	0,9	106,2
Messebene 140 mm -LSC	4,72	0	0,9	106,2
-MIC	3,81	0	1,5	79,8
-MCC	5,23	0	2,4	136,6
-MZC	3,8	0	1,5	79,8
Zylindrizität				
Messebene 215 mm	7,68	0	3,5	359,5
Messebene 192 mm	6,86	0	2,1	333,7
173 mm	6,45	0	22,3	161,5
Koaxialität				
Messebene 215 mm	0,42	0		
Messebene 180 mm	2,74	0	1,4	73,0



Messebene I

Messebene II

Tolerierung DIN ISO 2768 - fH

Bild 10.14: Welle

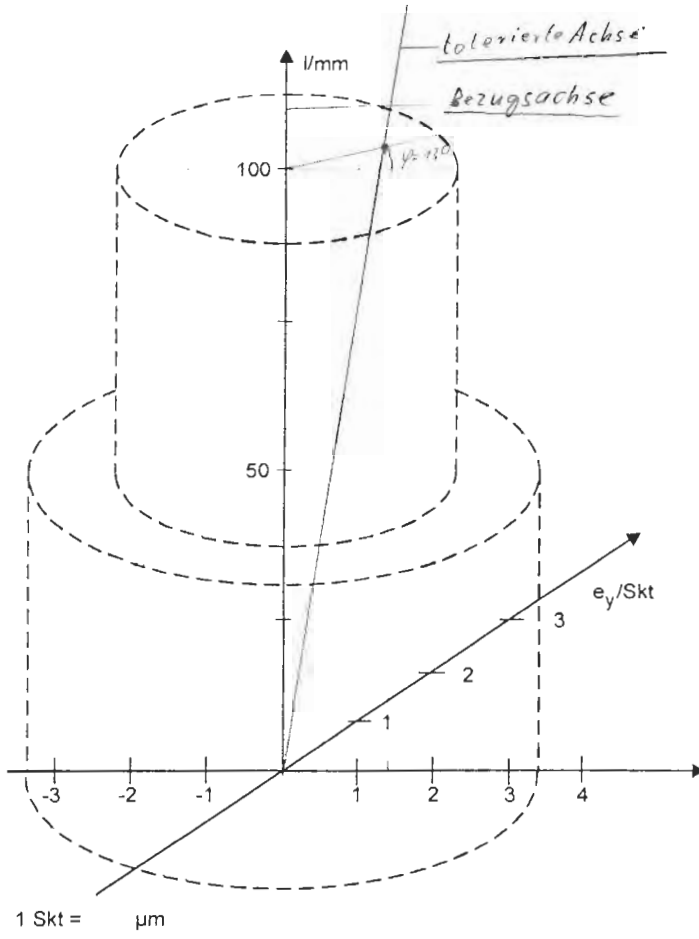
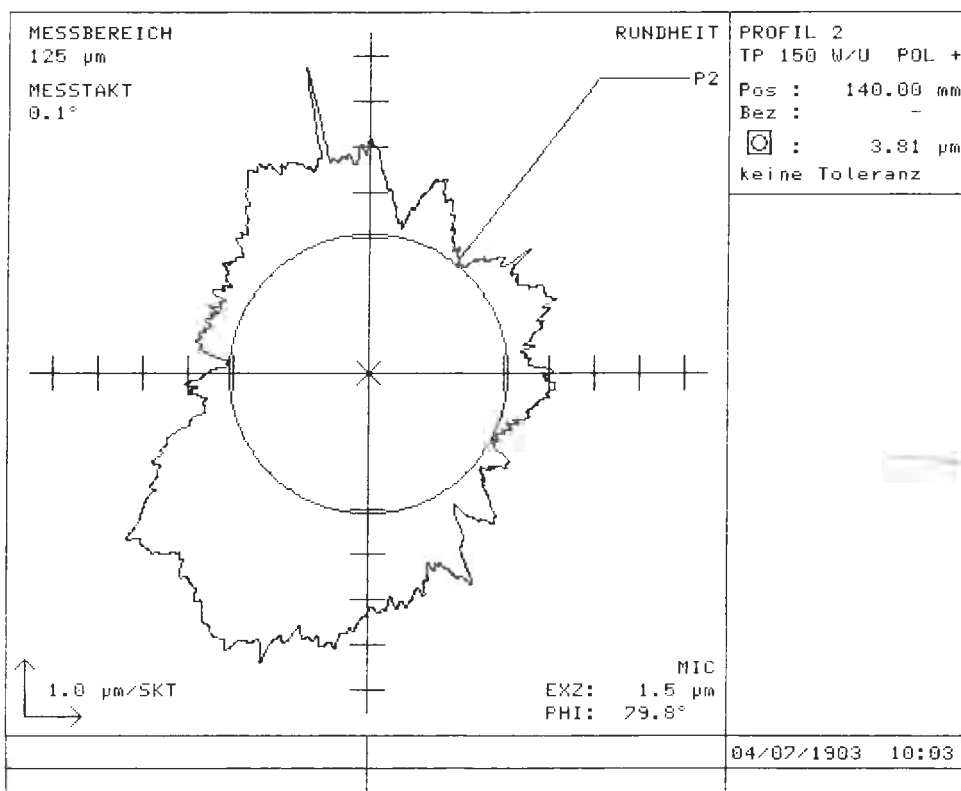
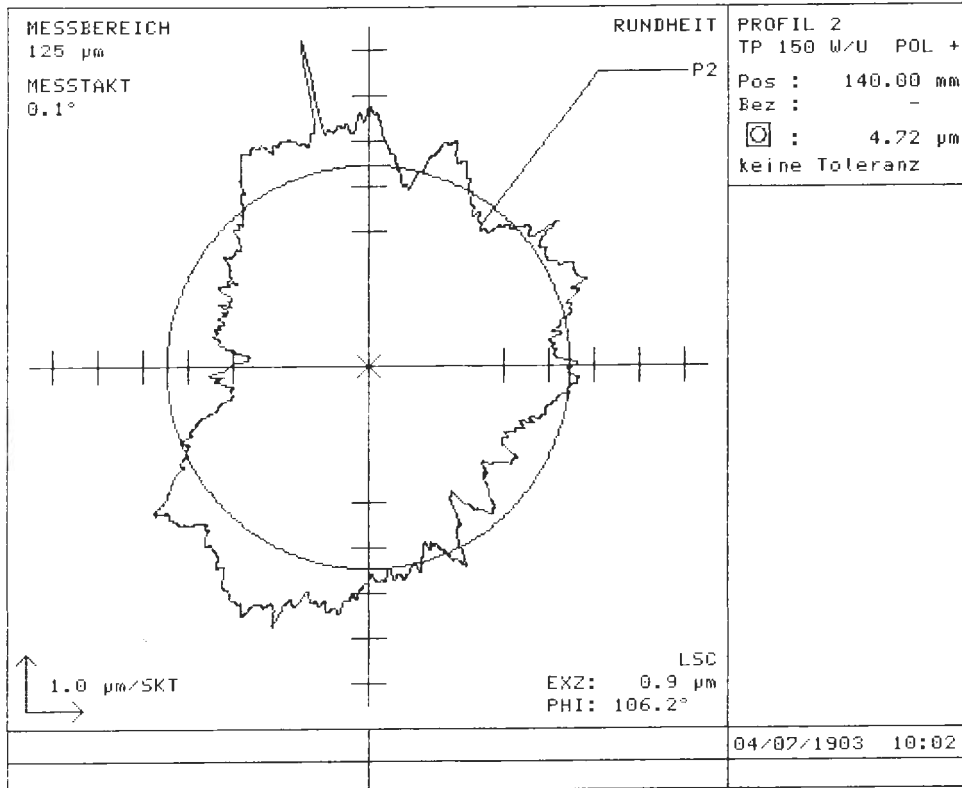
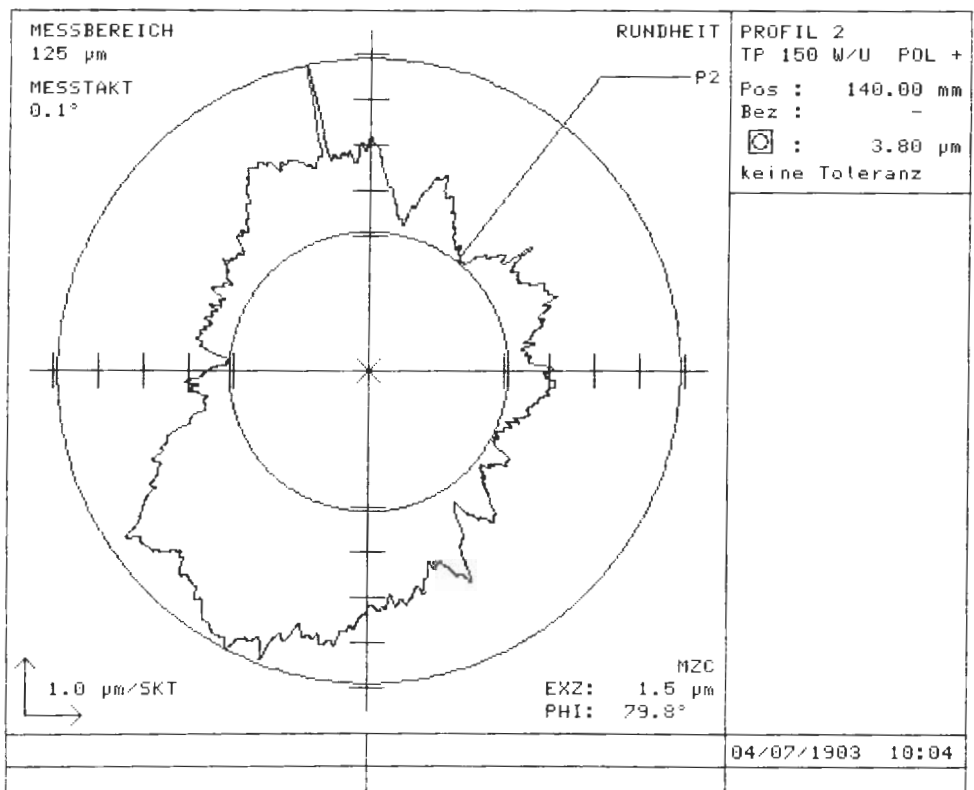
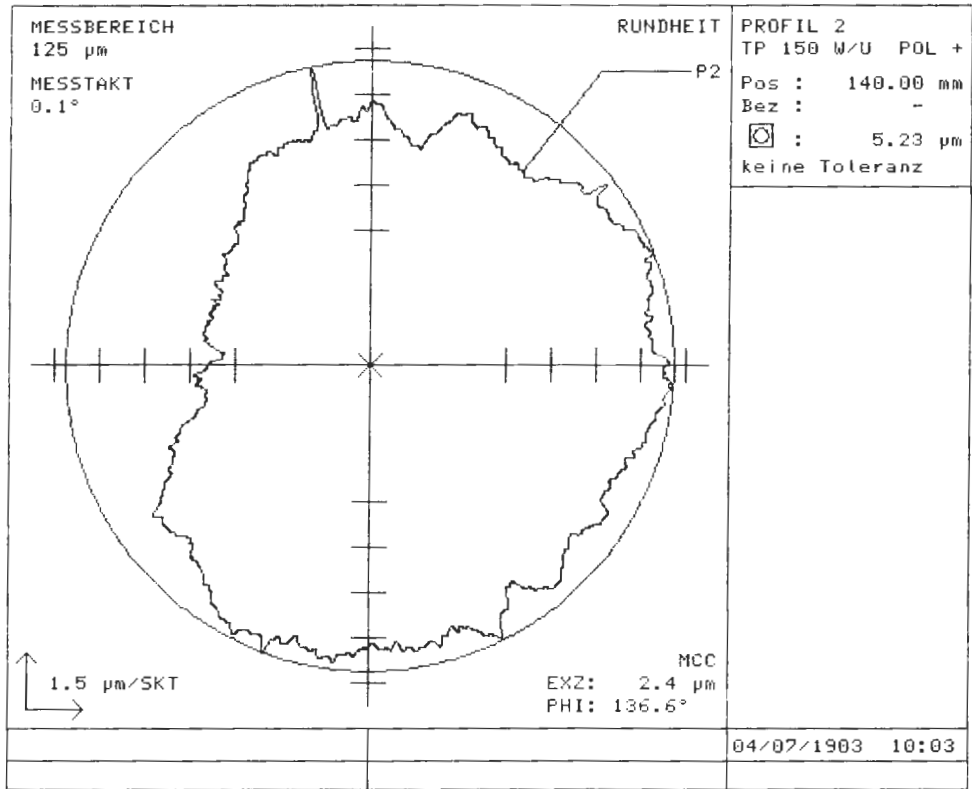


Bild 10.15: Diagrammgrafik für Abweichungen

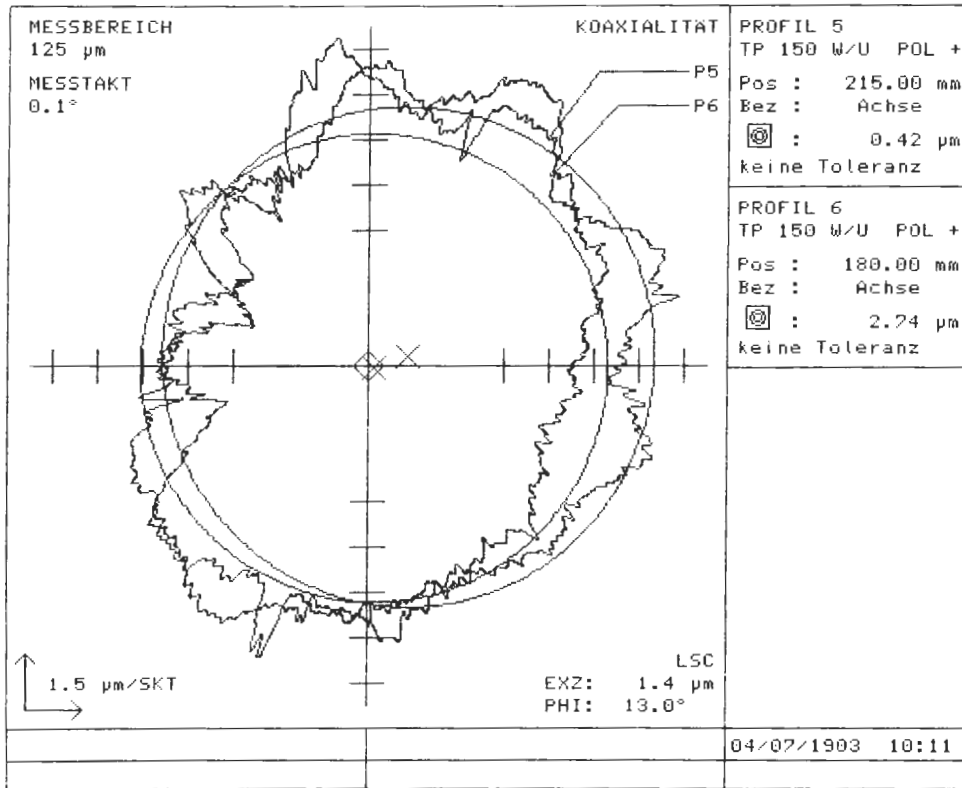
Notizen:

2. Messschriebe der Rundheitsmessung

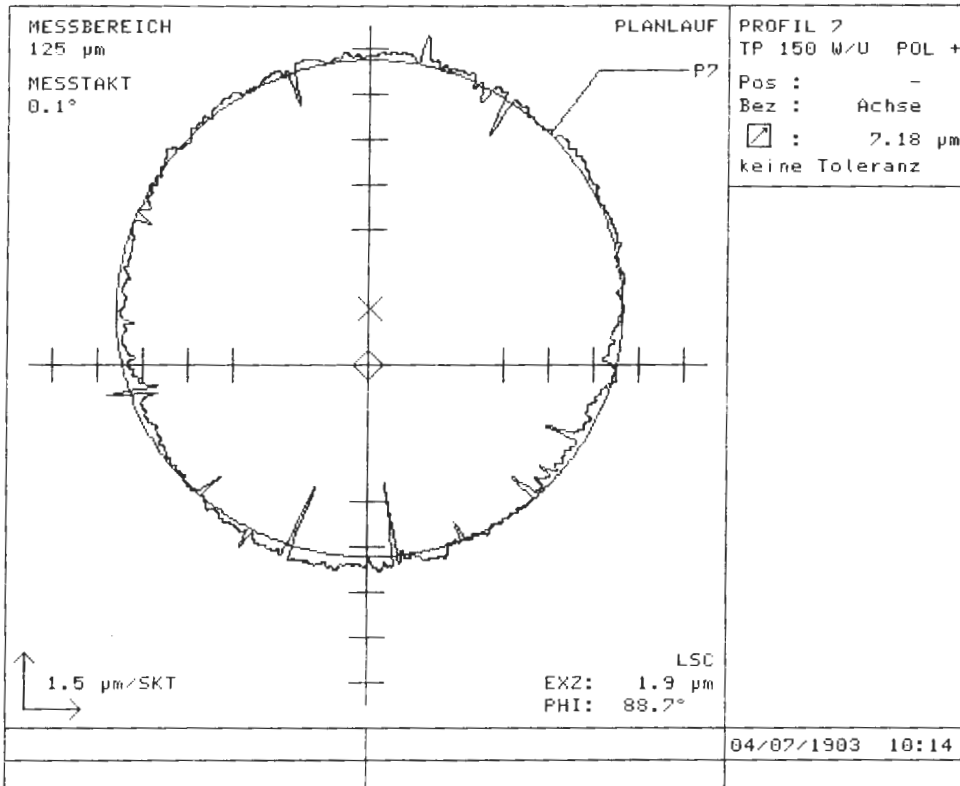




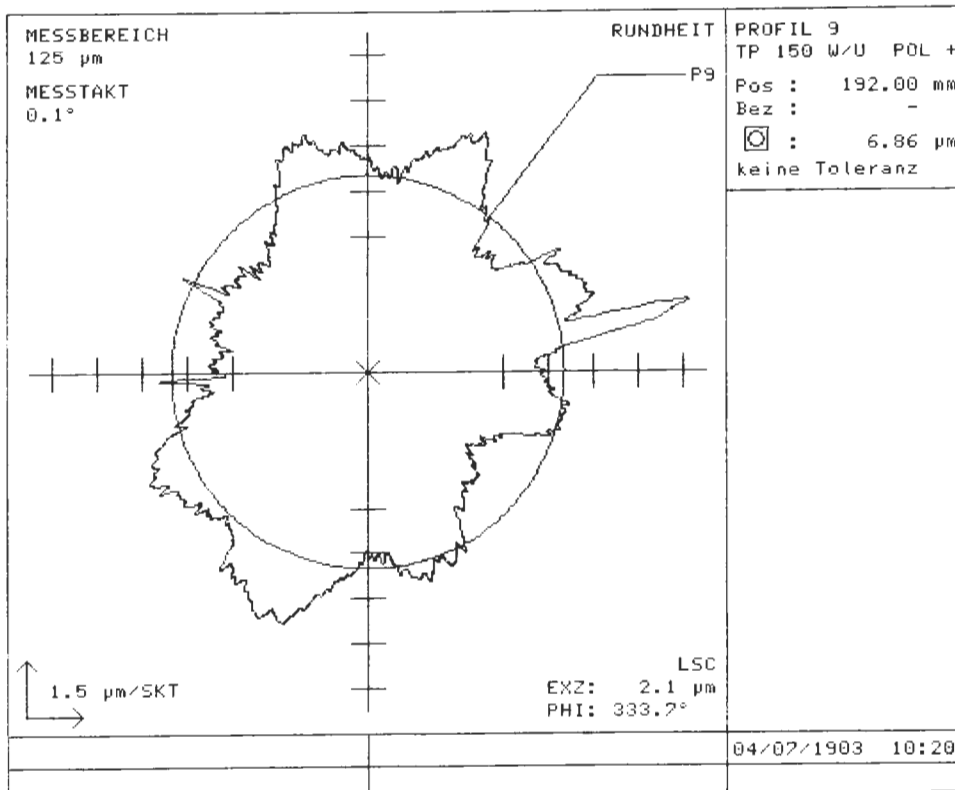
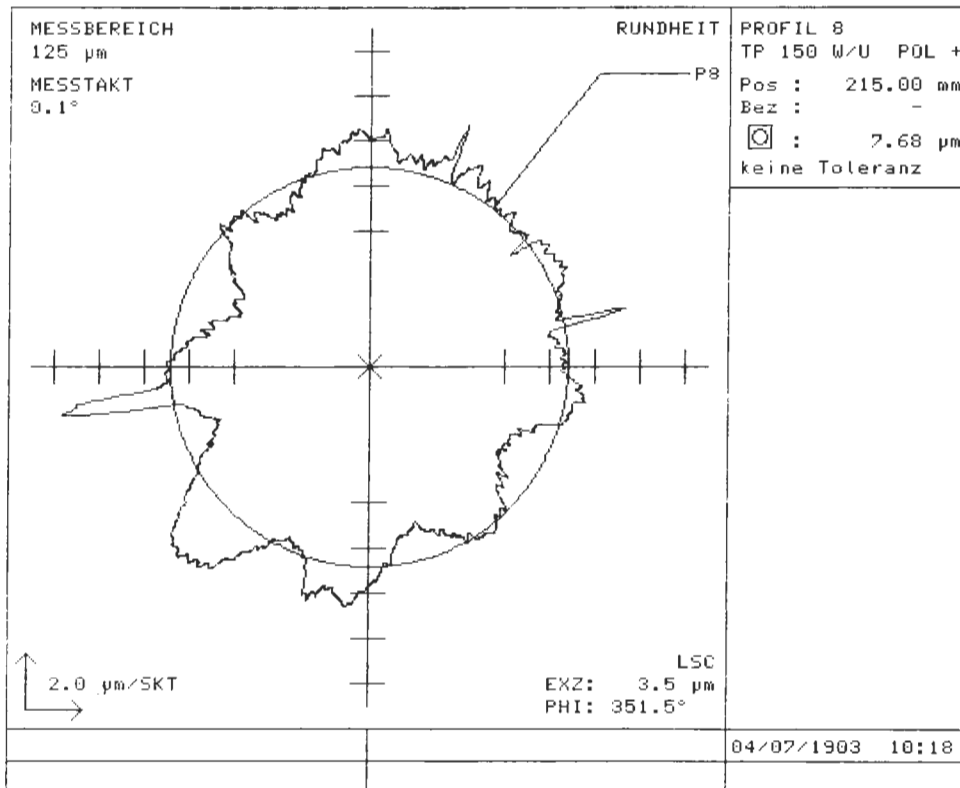
3. Messschriebe der Koaxialitätsmessung

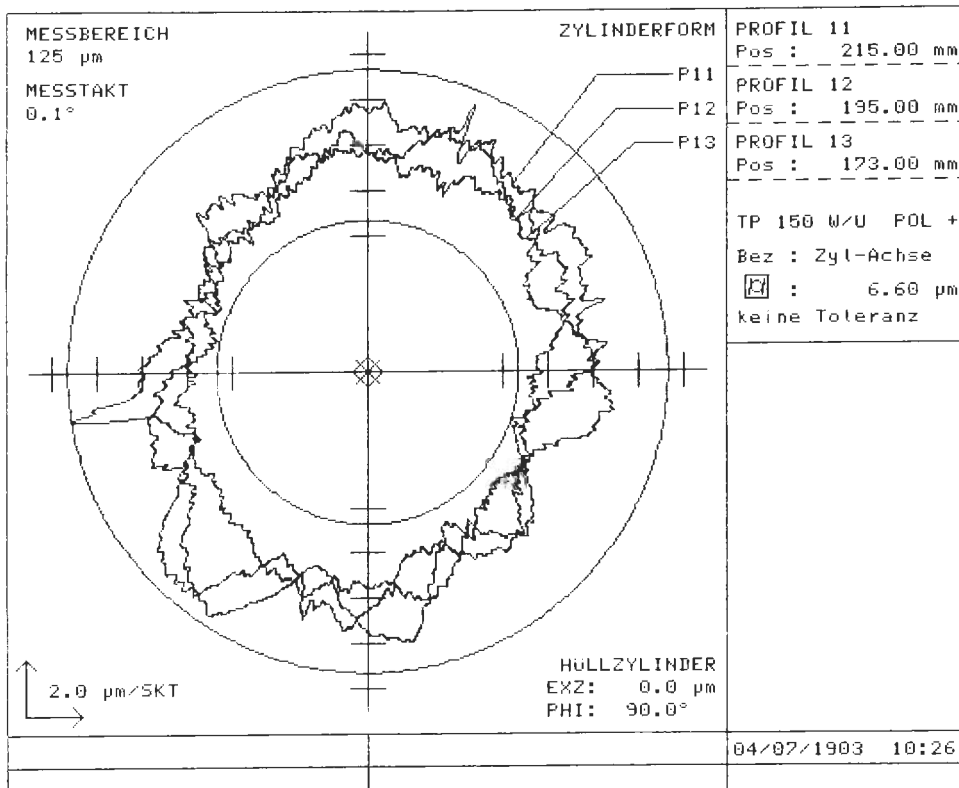
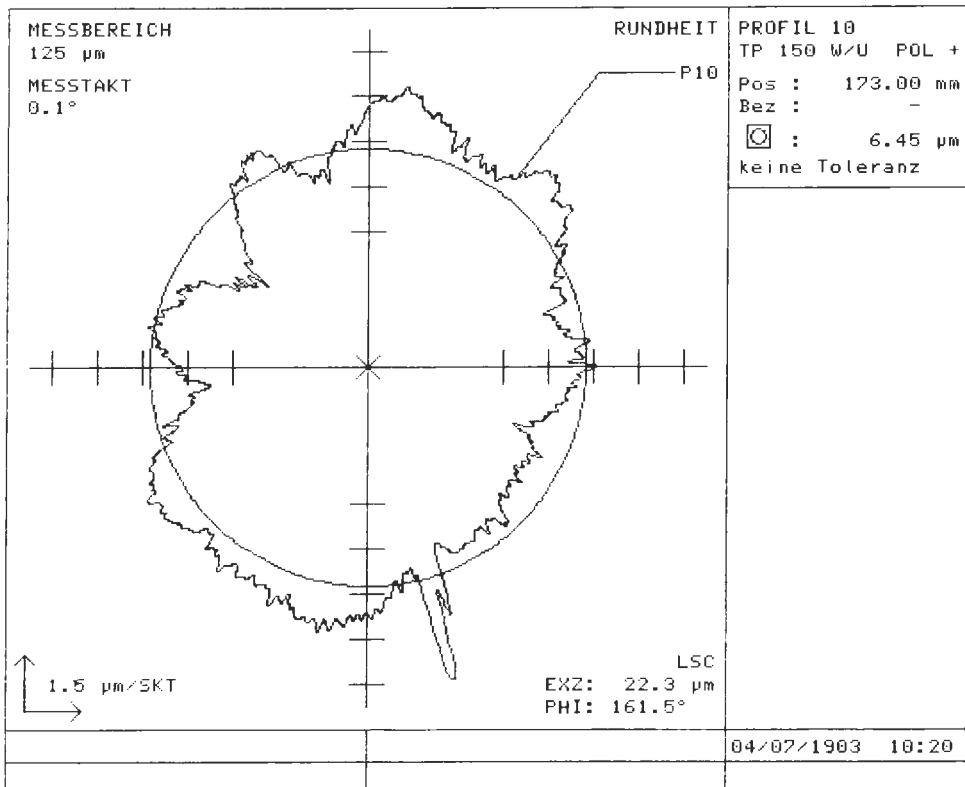


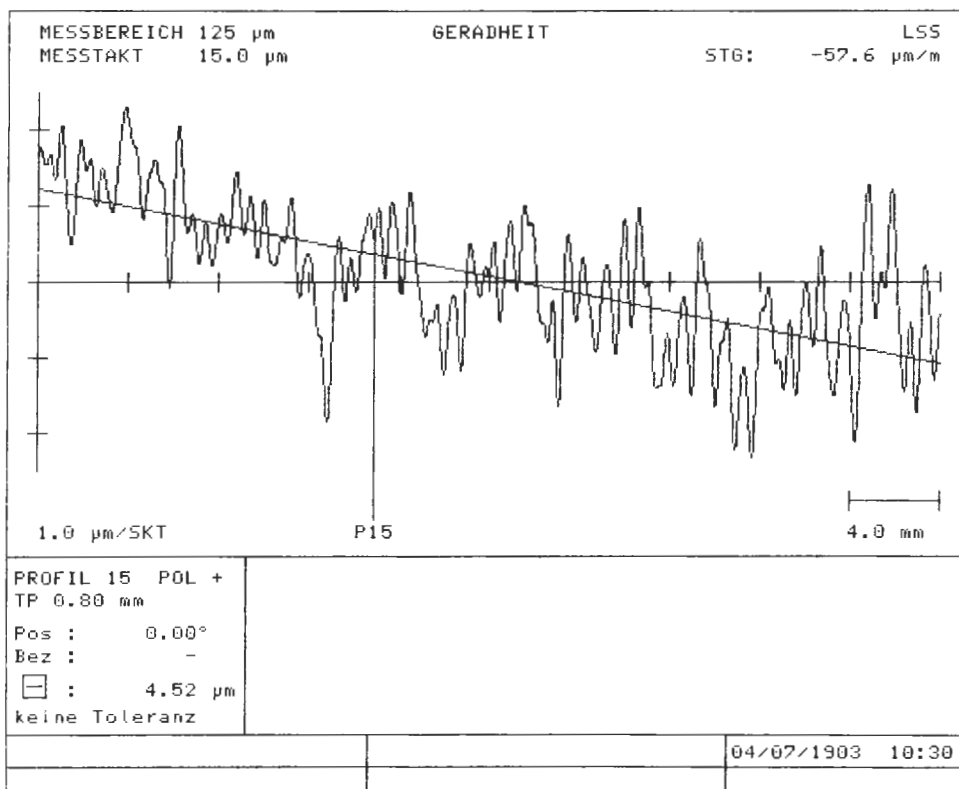
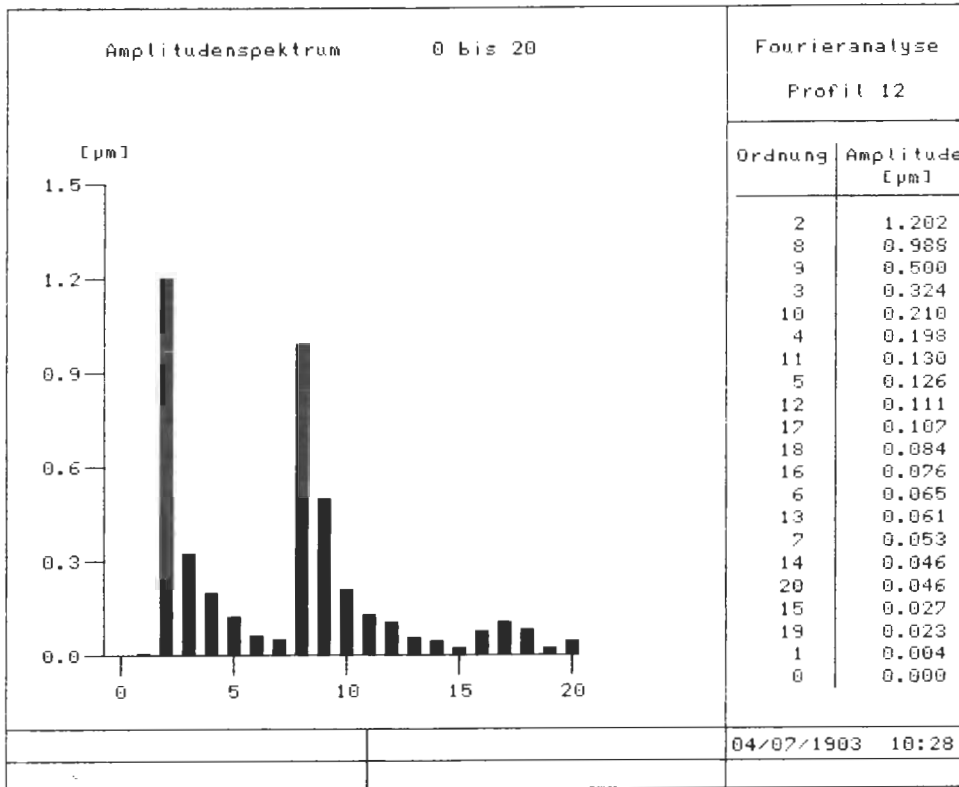
4. Messschriebe der Planlaufmessung



5. Messschriebe der Zylindrizitätsmessung







6. Messschiebe der Rundheitsmessung an Prüflingen mit definierter Formabweichung

