

Verfahren für die Ermittlung der Rundheitsabweichung
Messen der Radialabweichungen
Identisch mit ISO 4291 Ausgabe 1985

DIN
ISO 4291

Methods for the assessment of departure from roundness;
Measurement of variations in radius; Identical with ISO 4291 edition 1985
Méthodes d'évaluation des écarts de circularité;
Mesure des variations de rayon; Identique à ISO 4291 édition 1985

Die Internationale Norm ISO 4291, 1. Ausgabe, 1985-09-15, „Methods for assessment of departure from roundness; Measurement of variation in radius“, ist unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm wurde im ISO/TC 57/SC 3 – Geräte und Einrichtungen zum Messen der Rundheit, Geradheit, Zylinderform und Ebenheit – unter britischer Federführung ausgearbeitet. Die zum Verständnis dieser Norm erforderlichen Begriffe sind in ISO 6318 – 1985 (DIN ISO 6318) festgelegt.

Für die Normung der Formmeßverfahren gibt es bislang kein nationales Spiegelgremium im NLG. Deshalb wurden die internationalen Normungsarbeiten auf diesem Gebiet vom NLG 3 „Oberflächen“ mitbetreut, da Rauheitsmessung und Formmessung gerätetechnisch eng verwandt sind.

Sowohl in elektrischen Tastschnittgeräten zur Rauheitsmessung als auch in Formmeßgeräten werden Gestaltabweichungen 1. Ordnung (Formabweichungen) und 2. Ordnung (Welligkeit) von den Gestaltabweichungen 3. bis 5. Ordnung (Rauheit) (siehe hierzu auch DIN 4760) durch elektrische Rauheits- bzw. Wellenfilter voneinander getrennt. Früher wurden hierfür analoge, 2stufige RC-Filter verwendet, wie sie auch in DIN 4768 Teil 1, DIN 4772, DIN 4774 und auch in dieser Norm und den einschlägigen ISO-Normen beschrieben sind. Neuere Meßgeräte arbeiten jedoch mit digitalen phasenkorrekten Filtern, bei denen keine Phasenverschiebung das übertragene Profil verzerren kann. In dieser Norm ist im Abschnitt 4.1.3 bereits auf die Vorzüge phasenkorrekter Filter hingewiesen; letztere sind aber noch nicht international genormt. Ein entsprechendes Normungsvorhaben ist jedoch bereits angelaufen. Dabei wird darauf geachtet, daß die vom Filter verursachten methodischen Unterschiede im allgemeinen vernachlässigbar gering bleiben, so daß mit Meßgeräten verschiedener Generationen vergleichbare Meßergebnisse erzielt werden.

Fortsetzung Seite 2 bis 16

Normenausschuß Länge und Gestalt (NLG) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Deutsche Übersetzung

Verfahren für die Ermittlung der Rundheitsabweichung

Messen der Radialabweichungen

Vorwort

Die ISO (Internationale Organisation für Normung) ist die weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedskörperschaften). Die Erarbeitung Internationaler Normen obliegt den Technischen Komitees der ISO. Jede Mitgliedskörperschaft, die sich für ein Thema interessiert, für das ein Technisches Komitee eingesetzt wurde, ist berechtigt, in diesem Komitee mitzuarbeiten. Internationale (staatliche und nichtstaatliche) Organisationen, die mit der ISO in Verbindung stehen, sind an den Arbeiten ebenfalls beteiligt.

Die von den Technischen Komitees verabschiedeten Entwürfe zu Internationalen Normen werden den Mitgliedskörperschaften zunächst zur Annahme vorgelegt, bevor sie vom Rat der ISO als Internationale Norm bestätigt werden. Sie werden nach den Verfahrensregeln der ISO angenommen, wenn mindestens 75% der abstimmenden Mitgliedskörperschaften zugestimmt haben.

Die Internationale Norm ISO 4291 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 57 „Meßtechnik und Beschaffenheit von Oberflächen“ ausgearbeitet.

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Ermittlung der Rundheitsabweichungen durch Messen der Radialabweichungen mit Hilfe von Abtastgeräten (Formmeßgeräten) fest.

Sie beschreibt

- Gerätearten und allgemeine Anforderungen;
- Empfehlungen für die Anwendung der Geräte;
- Verfahren für die Kalibrierung der Meßgeräte und die Prüfung ihrer Eigenschaften.

Diese Internationale Norm behandelt die Erfassung der Abweichungen von der geometrisch idealen Kreisform eines Werkstückes mit Hilfe einer Profilübertragung. Dabei kann man sich auf folgende Referenzkreismitten beziehen:

- Mitte des Kreises der kleinsten Abweichungsquadrate;
- Mitte des Kreises des kleinsten Abstandes;
- Mitte des kleinsten umschriebenen Kreises;
- Mitte des größten einbeschriebenen Kreises.

Für jede dieser Mitten gibt es ein spezielles Anwendungsgebiet. Die Lage der Mitten der kleinsten Abweichungsquadrate kann auf einfache Weise nach Anhang F errechnet werden.

Die Rundheitsabweichungen des gemessenen Profils, Verfahren, Kalibrierung und Bestimmung der systematischen Abweichungen der Gerätespindel werden in den Anhängen A bis D behandelt. Der Anhang E enthält die Regeln für das Aufzeichnen und Ablesen von Polardiagrammen.

Anmerkung 1: Die Profilübertragung ist in ISO 6318 definiert.

Anmerkung 2: Referenzbedingungen beinhalten den Taster, die Frequenzbegrenzungen eines elektrischen Wellenfilters (falls angewendet), die zugelassene Konzentritätsabweichung der graphischen oder zahlenmäßigen Darstellung des Profils (im allgemeinen 7% bis 15% seines mittleren Radius, siehe Anhang E), die Lage des gemessenen Querschnittes oder der Querschnitte hinsichtlich eines charakteristischen Merkmals des Werkstückes.

2 Verweisungen auf andere Normen

ISO 6318 Rundheitsmessung; Begriffe und Kenngrößen für die Rundheit

3 Begriffe

Für diese Internationale Norm gelten die Begriffe nach ISO 6318.

4 Geräte

4.1 Gerätetypen und allgemeine Anforderungen

Abtastgeräte, die zur Bestimmung der Rundheitsabweichung angewendet werden, dürfen folgende Bauartunterschiede haben:

- Meßwertaufnehmer rotiert um ein feststehendes Werkstück;
- Rotierendes Werkstück wird vom feststehenden Meßwertaufnehmer angetastet.

Entsprechend dem Ausgangssignal werden Rundheitsmeßgeräte in zwei Gruppen eingeteilt:

- Profilaufzeichnung;
- direkte Anzeige der Meßwerte der Kenngrößen.

Beide Gerätegruppen können in demselben Meßgerät vereinigt sein.

Die Rundheitsmeßgeräte sollten den Anforderungen der Abschnitte 4.1.1 bis 4.1.3 entsprechen.

4.1.1 Arten von Tastern und deren Maße

Bei der Wahl des Tasters sind die Oberflächeneigenschaften des geprüften Teiles von vorrangiger Bedeutung. Bauartunterschiede, die verschiedenen Anforderungen genügen, und die von Art und Größe der zu berücksichtigenden Unregelmäßigkeiten abhängen, sind zulässig, wie in Bilder 1 bis 4 (siehe Abschnitt B.3).

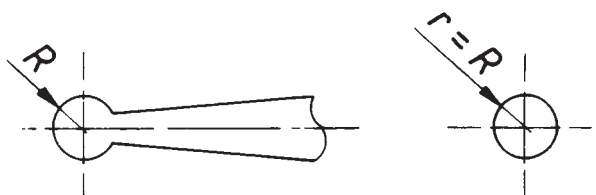


Bild 1. Kugelförmiger Taster

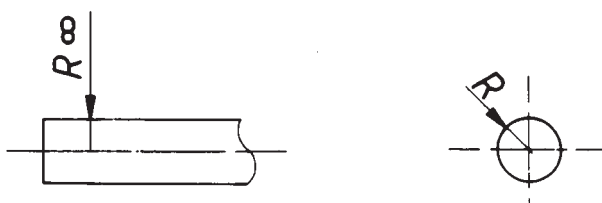


Bild 2. Zylinderförmiger Taster

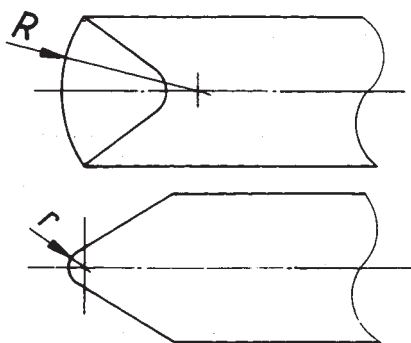


Bild 3. Toroidischer (beilförmiger) Taster

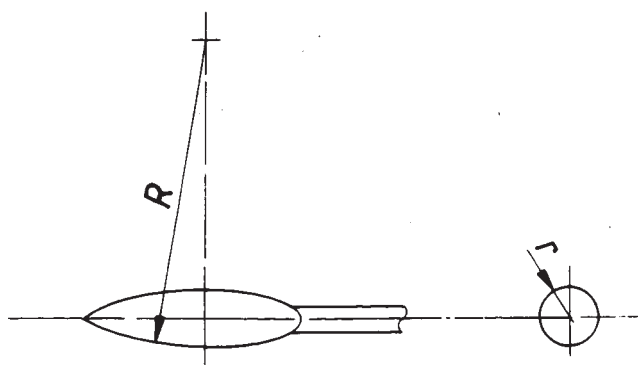


Bild 4. Ovaler Taster

Die Radien r und R der verschiedenen Meßwertaufnehmer müssen aus folgenden Werten ausgewählt werden:

0,25; 0,8; 2,5; 8 und 25 mm

4.1.2 Statische Meßkraft des Tasters

Die Meßkraft muß bis 0,25 N einstellbar sein; im Betrieb wird sie auf den niedrigsten Wert eingestellt, der einen ständigen Kontakt zwischen dem Taster und der zu messenden Oberfläche sicherstellt.

4.1.3 Ansprechen des Gerätes auf sinusförmige Wellen

Der Bereich der periodischen sinusförmigen Welle je Umdrehung (d. h. je 360°) des Werkstückes, auf den das Gerät anspricht, soll auf die Werte der folgenden Tabelle begrenzt bleiben.

Tabelle. Grenzwerte der Wellen je Umdrehung

Filterübertragung 1 Welle je Umdrehung bis	Filtersperre unter
15	15
50	50
150	150
500	
1500	

Bei den Grenzwerten müssen 75% der maximalen Übertragung innerhalb des jeweiligen Übertragungsbereiches erreicht werden, mit Ausnahme einer Welle je Umdrehung. Dieser Grenzwert stellt eine direkte mechanische Kopplung zwischen Ein- und Ausgang dar (siehe Anmerkung 2 c).

Die Übertragungseigenschaften des Filters müssen denen von zwei unabhängigen RC¹⁾-Netzwerken gleicher Zeitkonstante entsprechen (siehe Bild 5). Diese Kurven zeigen nur die Merkmale der Amplitudendämpfung und berücksichtigen nicht die Phasenverschiebung. Es darf aber auch ein phasen-

korrektes Filter mit bekannten Eigenschaften, das den gleichen Dämpfungsgrad hat, angewendet werden, vorausgesetzt, daß diese Eigenschaften im Meßprotokoll aufgeführt sind.

Anmerkung 1: Ist ein Filter zum Dämpfen hoher Frequenzen erforderlich, dann ist ein zweistufiges RC-Filter im allgemeinen brauchbar, da die Verzerrung des übertragenen Profils infolge Phasenverschiebung der hohen Frequenzen relativ zu den niedrigen Frequenzen im allgemeinen bedeutungslos ist.

Ist ein Filter zum Dämpfen niedriger Frequenzen erforderlich, dann kann eine Phasenverschiebung von größerer Bedeutung sein und muß deshalb berücksichtigt oder durch Verwenden eines phasenkorrekten Filters vermieden werden.

Anmerkung 2 a): Es muß klar unterschieden werden zwischen der Anzahl der Wellen je Umdrehung (d. h. je 360°) des Werkstückes und der Anzahl der Wellen je Sekunde in Hertz (Hz)²⁾, auf die die Filter im Gerät ansprechen. Die durch das Gerät erzeugte Frequenz in Hz ist gegeben durch die Anzahl sinusförmiger Wellen je 360° des Werkstückes mal der Anzahl der Umdrehungen je Sekunde der Spindel.

Anmerkung 2 b): Die Koaxialitätsabweichung erzeugt eine Welle je Umdrehung. Wenn der Umfang des zu prüfenden Formelementes von einer anderen Mitte als der Mitte des Kreises der kleinsten Abweichungsquadrate erfaßt wird, dann ergibt sich eine Sinuswelle je Umdrehung.

Anmerkung 2 c): Wenn von elektronischen Schaltungen der Geräte verlangt wird, daß sie hinunter zu einer Welle je Umdrehung ansprechen, dann werden diese Geräte oft so ausgeführt, daß sie Frequenzen bis zu 0 Hz übertragen, da dieses ein natürlicher Weg ist, um Phasenverzerrungen zu vermeiden und die statische Kalibrierung zu ermöglichen.

4.2 Abweichungen des Meßgerätes

4.2.1 Gesamtabweichung des Meßgerätes

Dieses ist die Differenz zwischen dem Wert der angegebenen Meßgröße, die vom Gerät angezeigt oder aufgezeichnet wird, und dem wahren Wert dieser Meßgröße. Die Abweichung wird beim Messen eines Prüfkörpers ermittelt. Die Gesamtgeräteabweichung wird als Prozentsatz des oberen Grenzwertes des benutzten Meßbereiches ausgedrückt. Diese Abweichung umfaßt sowohl systematische als auch zufällige Anteile, die von der Abweichung der Meßspindel, dem elektrischen Rauschen, Schwingungen, Vergrößerung usw. herühren.

4.2.2 Abweichungen der Gerätespindel

Die Abweichungen der Gerätespindel werden unter festgelegten Bedingungen bei bestimmten Positionen ermittelt.

- Spindelabweichung in radialer Richtung: Wert der Rundheitsabweichung, der vom Gerät angezeigt wird, wenn man einen genau runden und genau zentrierten Ausschnitt eines Prüfkörpers in einer Richtung senkrecht zur Bezugsdrehachse mißt.
- Spindelabweichung in axialer Richtung: Wert der Ebenheitsabweichung, der vom Gerät angezeigt wird, wenn man einen genau ebenen Prüfkörper mißt, der genau senkrecht zur Bezugsdrehachse steht.

¹⁾ „R“ bedeutet Ohmscher Widerstand, „C“ bedeutet kapazitiver Widerstand.

²⁾ 1 Hz = 1 Welle je Sekunde.

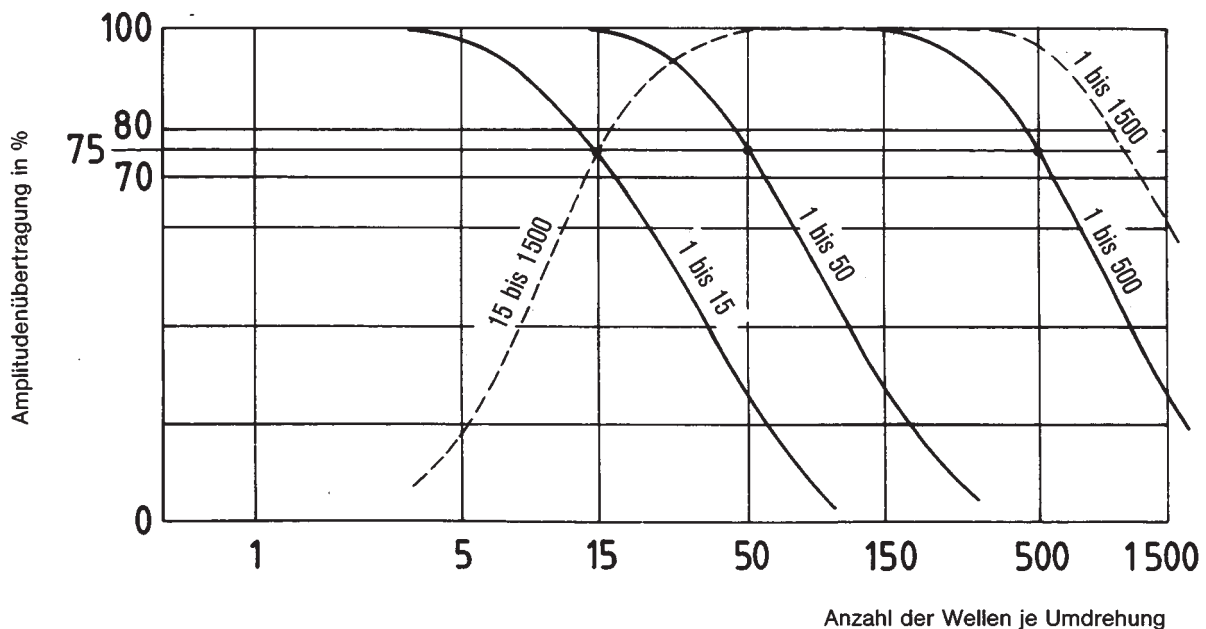


Bild 5. Typische Übertragungskurven die zeigen, wie zwei unabhängige RC-Filter mit gleicher Zeitkonstante die Wellenamplitude abschwächen

Anmerkung: Die Anteile der Spindelabweichung sind Vektorgößen und dürfen bei der Berücksichtigung der Spindelabweichungen nicht algebraisch zum gemessenen Wert einer Rundheitskenngröße addiert werden.

4.2.3 Aussagen über die Spindelabweichungen

Das sich drehende Teil kann innerhalb der Grenzen seiner Lagerstellen folgende Abweichungen unterschiedlicher Kombinationen aufweisen:

- Radialen Versatz parallel zu sich selbst,
- axialen Versatz parallel zu sich selbst,
- Schräglage (Kippung).

Der Betrag der am Taster gemessenen radialen Geräteabweichung hängt von der Lage der Meßebeine längs der Drehachse ab. Der Betrag der axialen Geräteabweichung ist abhängig vom Radius, bei dem der ebene Prüfkörper gemessen wird. Die axialen und radialen Positionen, die für die Prüfung gewählt werden, müssen deshalb gekennzeichnet werden.

Die radiale Geräteabweichung soll an zwei gekennzeichneten und deutlich voneinander getrennten Positionen längs der Achse angegeben werden, oder an einer Stelle zusammen mit ihrer axialen Änderung.

Die axiale Geräteabweichung wird auf der Achse für einen festgelegten Radius angegeben.

Anhang A

Rundheitsabweichung des gemessenen Werkstückprofils

In dieser Internationalen Norm wird die Rundheitsabweichung erfaßt als die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Radius des gemessenen Profils, ausgehend von einer der folgenden Mitten:

- Mitte der kleinsten Abweichungsquadrate (LSC): Mittelpunkt des Kreises der kleinsten Abweichungsquadrate (siehe Bild 6).
- Mitte der kleinsten Ringzone (MZC): Mittelpunkt des Kreises der kleinsten Ringzone (siehe Bild 7).
- Mitte des kleinsten umschriebenen Kreises (MCC): Mittelpunkt des kleinsten umschriebenen Kreises für Außenflächen (siehe Bild 8).
- Mitte des größten eingeschriebenen Kreises (MIC): Mittelpunkt des größten eingeschriebenen Kreises für Innenflächen (siehe Bild 9).

In jedem Fall werden üblicherweise der größte und kleinste Radius benutzt, um eine Ringzone zu definieren. Die Art der Ringzone kann durch den Buchstaben ΔZ zusammen mit einem ihre Mitte kennzeichnenden Index bezeichnet werden. Für den Zweck dieser Internationalen Norm wurden folgende Indizes angewendet:

LSC: Index q, folglich ΔZ_q

MZC: Index z, folglich ΔZ_z

MCC: Index c, folglich ΔZ_c

MIC: Index i, folglich ΔZ_i

Anmerkung: Die Verwendung von Kreisen auf den Polardiagrammen, mit denen das Werkstückprofil eingehüllt werden soll, setzt voraus, daß das Werkstück ausreichend gut zur Geräteachse zentriert ist (siehe Abschnitt B.1.1, Bild 10 und Anhang F).

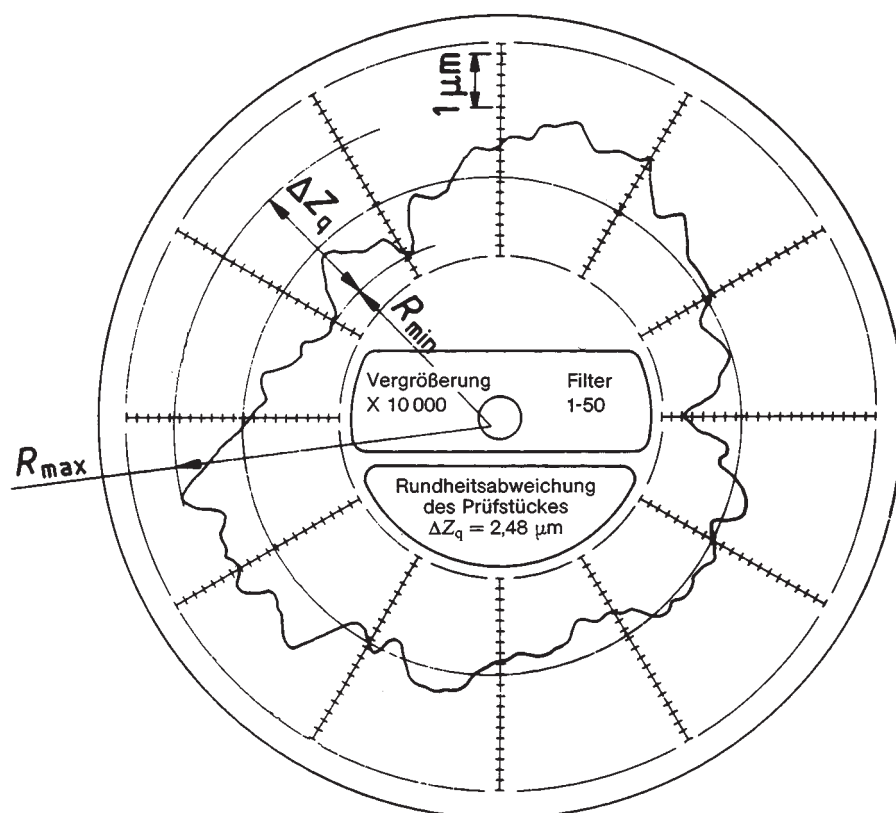


Bild 6. Erfassung der Rundheit, ausgehend von der Mitte des Kreises der kleinsten Abweichungsquadrate, ΔZ_q

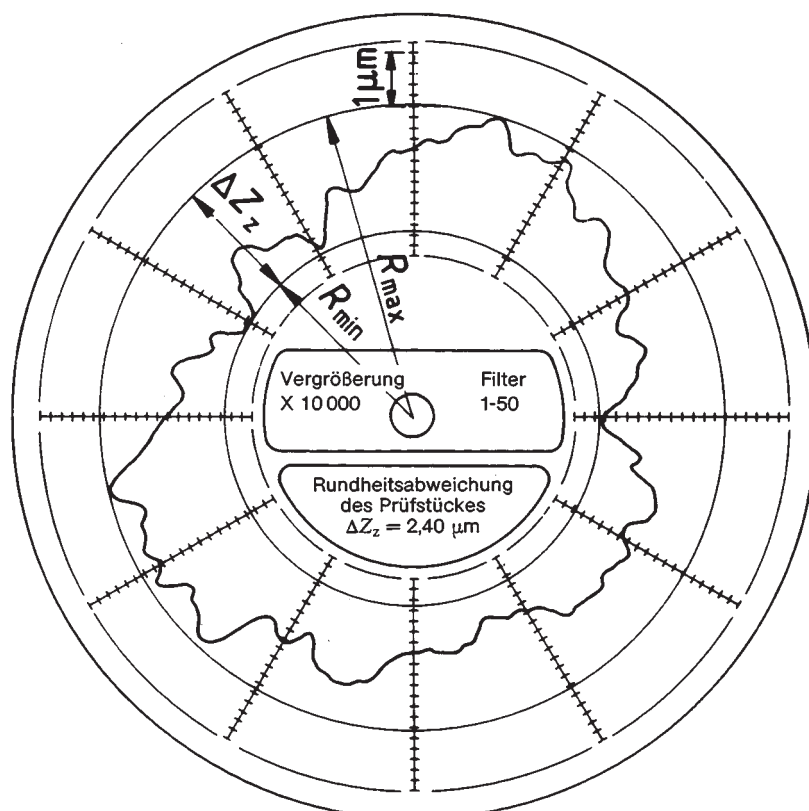


Bild 7. Erfassung der Rundheit, ausgehend von der Mitte der kleinsten Ringzone, ΔZ_z