

Rundlaufgenauigkeit bei Werkzeughaltern

Des p's bester Freund – Mit Präzision für Präzision

Wohl seit Erfindung des Rades beschäftigen sich Entwickler und Konstrukteure mit dem Thema, wann rund denn wirklich rund ist. Längst sind die Zeiten vorüber, in denen ein mangelhafter Rundlauf in der Fertigung mit bloßem Auge erkennbar war. Wenn von Rundlauf die Rede ist, dreht sich in der modernen Zerspaltung alles um den Tausendstel Millimeter. So alt das Thema sein mag, so aktuell ist es angesichts der immer höheren Anforderungen an Genauigkeit und der immer weiter steigenden Leistungsfähigkeit moderner Fertigungszentren. Das μ entscheidet immer häufiger, ob ein Werkstück wirklich präzise gefertigt ist. Doch nicht nur das: Rundlauf, Wuchtgüte und Materialverhalten bei unterschiedlichen Rotationsgeschwindigkeiten haben erheblichen Einfluss auf die Kosten in der Zerspaltung, denn Werkzeugstandzeiten und sogar die Lebensdauer der Maschinenspindel werden maßgeblich von diesen Faktoren beeinflusst.

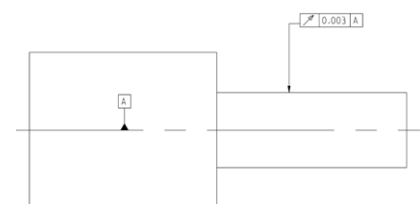


Die Rundlaufgenauigkeit ist in der Zerspaltung ein entscheidender Faktor, um präzise Bearbeitungsergebnisse zu erzielen

Egal ob Bohren, Schleifen, Fräsen oder Drehen. Bei sämtlichen Maschinen rotiert eine Welle um die eigene Achse. Ob sich nun das Werkstück oder das Werkzeug dreht, ist dabei zunächst egal. In beiden Fällen ist der Rundlauf zur Einhaltung der Maße oder Toleranzen sowie zur Schonung von Maschine und Werkzeug enorm wichtig.

Zunächst die Theorie: Was ist Rundlauf?

Beim Rundlauf handelt es sich technisch gesehen innerhalb der Gruppe der Lagetoleranzen um eine Lauftoleranz. Im dargestellten Beispiel darf bei einer Umdrehung der Welle um die Bezugsachse A die Rundlaufabweichung in jeder Messebene senkrecht zur Achse $t = 0,003 \text{ mm}$ ($= 3 \mu\text{m}$) nicht überschreiten. Der ungewollte Versatz zweier rotationssymmetrischer Formelemente wird als Rundlauffehler oder Exzentrizität bezeichnet. Dessen maximal zulässige Größe kann auf einer technischen Zeichnung als Rundlauftoleranz angegeben werden (siehe Zeichnung rechts).



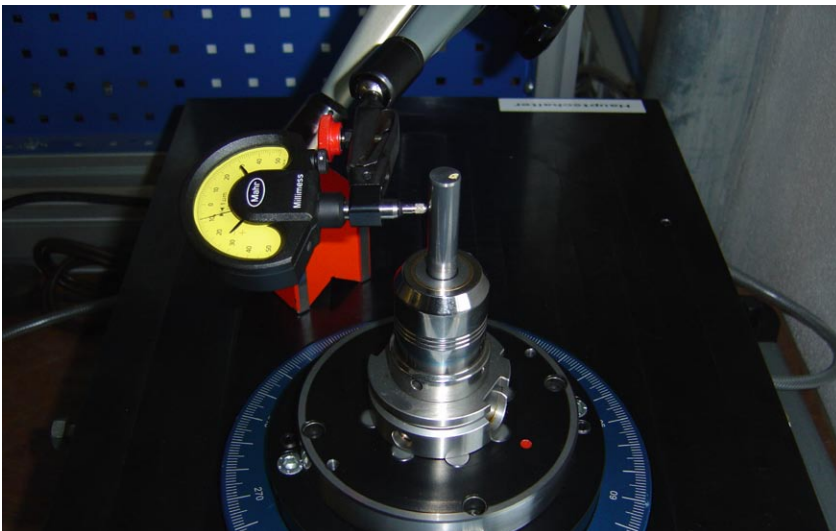
Beispiel für die Definition einer Rundlaufgenauigkeit

Im täglichen Leben kennt man den Rundlauffehler am ehesten vom Auto. Wird der Reifenwechsel nicht fachmännisch ausgeführt oder ist der Reifen stark einseitig beansprucht, erzeugt die Unwucht eines Rades einen Rundlauffehler. Dieser ist deutlich durch ein unruhiges Lenkrad bei einer bestimmten Geschwindigkeit oder in härteren Fällen sowie aufgrund sich addierender Schwingungen durch ein komplett klapperndes Auto zu spüren. In manchen Fällen macht man sich die Exzentrizität allerdings auch zu Nutze: Im Motorenbau bei der Nocken- und Kurbelwelle oder im Maschinenbau bei der Exzenterpresse.

Rundlauf entscheidet über die Präzision der Werkstücke

Natürlich spielen beim Bearbeitungsprozess viele Faktoren eine Rolle. Sehr wichtig für die Ergebnisse an der Schneide ist die Rundlaufgenauigkeit der Maschinenspindel sowie die des Schneidwerkzeugs. Das Bindeglied ist in aller Regel der Werkzeughalter. Läuft das eingespannte Werkzeug nicht rund, also nicht zentrisch zur Futtermittelachse, besteht die Gefahr, dass es zu Ungenauigkeiten kommt und die erforderlichen Maße am Werkstück nicht eingehalten werden. Gerade bei der Fertigung von Präzisionsprodukten sind deshalb Werkzeughalter mit sehr hoher Rundlauf- und Wiederholgenauigkeit die Voraussetzung für optimale Qualität.

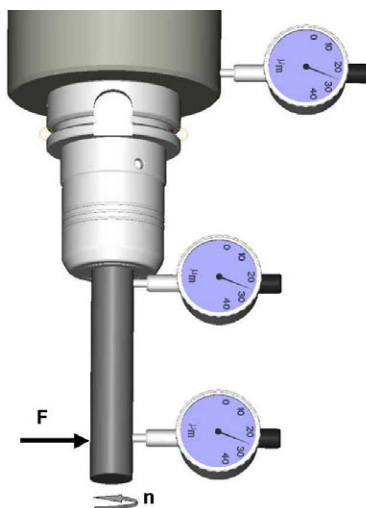
Wie wird der Rundlauf eines Werkzeughalters gemessen?



Zur Messung des Rundlaufs gibt es zwei Verfahren: Beim Statischen Messverfahren wird der Werkzeughalter auf eine Vorrichtung aufgenommen. An der Vorrichtung ist eine Messuhr angebracht, mit der der Rundlauf geprüft wird. Hierzu wird eine Prüfwellen eingespannt, an der bei einer gewissen Auskraglänge die Auslenkung der Welle abgenommen wird. In aller Regel beträgt die Auskragung der Welle $2,5 \times D$. Der Werkzeughalter wird in der Vorrichtung von Hand gedreht.

Bei der dynamischen Messung werden die Werte unmittelbar auf der Maschine abgenommen. Dabei werden viele Einflüsse simuliert, die im Bearbeitungsprozess entstehen.

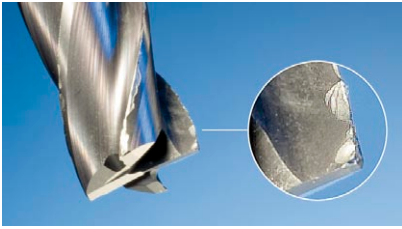
Der große Vorteil dabei: Das Verfahren berücksichtigt Rundlaufeigenschaften von Spindel, Werkzeughalter und Werkzeug. Die Ergebnisse dieser Messung besitzen nur Aussagekraft für dieses spezifische System aus Maschine, Halter und Werkzeug. Sie lassen sich nicht verallgemeinern. Wenn auf einer Maschine hervorragende Werte für eine Kombination aus Werkzeughalter und Schneide festgestellt werden, können sich die Ergebnisse bei Änderung eines Parameters deutlich verändern.



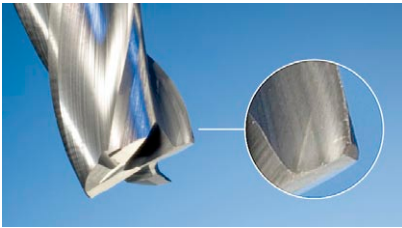
Rundlauf beeinflusst maßgeblich den Werkzeugverschleiß

Wer in hart umkämpften Märkten bestehen will, berücksichtigt bei der Auswahl seiner Werkzeughaltersysteme neben den Anforderungen an die Qualität auch die Kosten über die gesamte Einsatzdauer. Nur so lassen sich dauerhaft wettbewerbsfähige Preise erzielen.

Der Werkzeughalter ist in der Zerspanung die wesentliche Schnittstelle zwischen Maschine und Werkstück. Der Rundlauf des Werkzeughalters beeinflusst dabei ganz entscheidend, wie gleichmäßig das Werkzeug in das Werkstück eintauchen kann. Bei schlechtem Rundlauf beginnt das Werkzeug zu schlagen. Die heutzutage bei Werkzeu-



Rundlauffehler führen zu einem frühen Verschleiß der Werkzeuge.



Die hohe Rundlaufgenauigkeit der SCHUNK Präzisionswerkzeughalter gewährleistet lange Werkzeugstandwege. Auf Dauer lässt sich damit bares Geld sparen.

gen verwendeten VHM, CBN oder PKD Schneiden sind sehr schlagempfindlich. Zudem sind die Werkstoffe sehr hart. Ihnen fehlt deshalb die Zähigkeit um derartige Schläge zu kompensieren. Hinzu kommen die immer höheren Drehzahlen moderner Bearbeitungszentren, bei denen Umdrehungen von bis zu 60.000 min⁻¹ all diese Faktoren in ihrer Wirkung noch einmal zusätzlich multiplizieren. Es kommt zu Mikroausbrüchen an der Schneide und somit zu einer erheblich geringeren Standzeit der Werkzeuge. Gerade beim Einsatz teurer Werkzeuge kann dies ein entscheidender Faktor innerhalb der Prozesskosten sein.

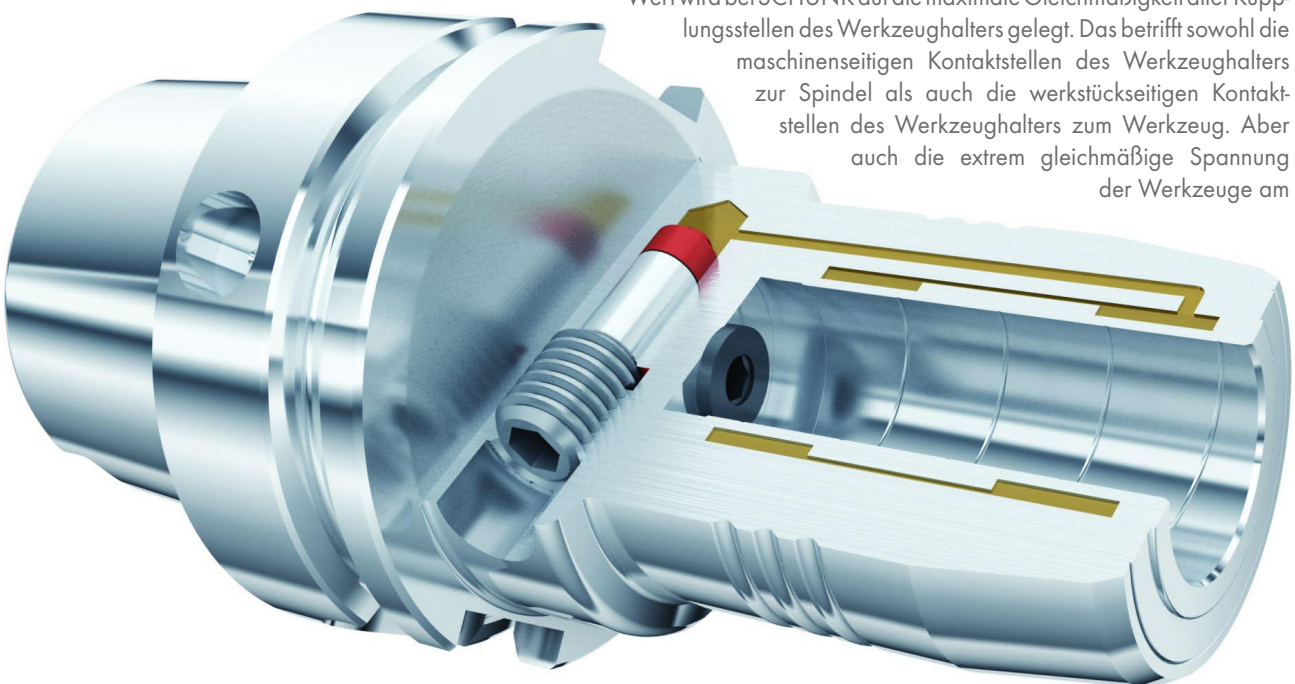
Versuche, bei denen Präzisionswerkzeughalter mit herkömmlichen Spannzangenfuttern verglichen wurden, zeigen, dass sich aufgrund des deutlich besseren Rundlaufs die Werkzeugstandzeit mit Präzisionswerkzeughaltern enorm verlängern lässt. Auf Dauer erweisen sich Werkzeughalter mit hoher Rundlaufgenauigkeit trotz der zunächst höheren Anschaffungskosten als wahre Sparwunder. Es lohnt sich deshalb bei vielen Anwendungen, über den Einsatz von Präzisionswerkzeughaltern an Stelle der herkömmlichen Standardwerkzeughalter nachzudenken.

Rundlauf schont die Spindel

Ein weiterer, zunächst eher versteckter Kostenfaktor wird vom Rundlauf der Werkzeughalter maßgeblich beeinflusst: Bei der Zerspanung mit Werkzeughaltern, die eine niedrige Wuchtgüte oder einen schlechten Rundlauf aufweisen, übertragen sich die Schwingungen unmittelbar auf Lagerung der Maschinenspindel. Kontinuierliche Vibrationen bewirken auf Dauer bei diesem teuren Maschinenbauteil einen vorzeitigen Verschleiß und verursachen damit um so früher hohe Kosten und unnötigen Maschinenausfall.

Qualitätsdetails entscheiden

Um dauerhafte Rundlaufgenauigkeiten < 0,003 mm zu erzielen, unternimmt SCHUNK ein ganzes Bündel von Maßnahmen bei der „Veredelung“ seiner Präzisionsfutter. Dies beginnt bereits bei der Auswahl und Behandlung des eingesetzten Stahls, denn nur exzellentes Rohmaterial und entsprechendes Know-how bei der Bearbeitung gewährleisten eine dauerhafte und durchgängige Präzision des Werkzeughalters. Größter Wert wird bei SCHUNK auf die maximale Gleichmäßigkeit aller Kuppelungsstellen des Werkzeughalters gelegt. Das betrifft sowohl die maschinenseitigen Kontaktstellen des Werkzeughalters zur Spindel als auch die werkstückseitigen Kontaktstellen des Werkzeughalters zum Werkzeug. Aber auch die extrem gleichmäßige Spannung der Werkzeuge am



Die wahre Leistungsfähigkeit eines Werkzeughalters entscheidet sich im Inneren. Beim TENDO Hydro-Dehnspannfutter sorgen höchste Qualitätsanforderungen für exzellente Ergebnisse.

Schaft spielt eine entscheidende Rolle. Serienmäßig sind die Präzisionswerkzeughalter von SCHUNK für den Einsatz auf HSC-Maschinen feingewuchtet. Die Wuchtgüte beträgt G 2.5 bei 25.000 min⁻¹.

Wie bei Produkten im privaten Leben sind auch bei Werkzeughaltern all diese Qualitätsmerkmale zunächst äußerlich kaum zu erkennen. Im dauerhaften Einsatz auf der Maschine trennt sich jedoch die Spreu vom Weizen. Jahrzehntelanges Entwicklungs- und Fertigungs-Know-how, Pioniergeist sowie die stetige Weiterentwicklung bereits ausgereifter Produkte sorgen dafür, dass SCHUNK die führende Rolle im Markt der Werkzeugspannung einnimmt. Die Präzisionswerkzeughalter von SCHUNK werden nach strengsten Qualitätsrichtlinien am Standort Lauffen - Made in Germany - gefertigt.

Große Auswahl an Präzisionswerkzeughaltersystemen

Innerhalb des TOTAL TOOLING Programms von SCHUNK stehen mehrere Präzisionswerkzeughaltersysteme zur Verfügung, die allesamt über ein entscheidendes Merkmal verfügen: Eine maximale Rundlaufgenauigkeit < 0,003 mm.



Das Hydro-Dehnspannfutter TENDO ist ein universeller Halter für die Präzisionsbearbeitung, bei dem die Spannkraft über ein Hydrauliköl auf den Werkzeugschaft übertragen wird. Neben der hohen Rundlauf- und Wiederholgenauigkeit kleiner oder gleich 3 µm weist es eine perfekte Wuchtgüte sowie eine hervorragende Schwingungsdämpfung auf. Bei diesem Rüstzeitenkiller genügt ein schlichter Innensechskantschlüssel, um mit wenigen Handgriffen das Werkzeug auszutauschen oder neu einzustellen – ein echter Mehrwert gerade für kleinere Unternehmen.

Die TRIBOS Polygonspanntechnik ist eine weitere patentierte Eigenentwicklung von SCHUNK. Sie deckt in verschiedenen Größen- und Systemvarianten ein extrem breites Einsatzspektrum ab. Von der Mikrozerspannung mit Schaftdurchmessern ab 0,3 Millimetern bis hin zur Schwerzerspannung macht TRIBOS alles möglich. Die Einsatzgebiete reichen von der Automobilindustrie bis zur Feinmechanik und Medizintechnik. Auch hier liegt die Rundlaufgenauigkeit < 0,003 mm.

Die CELSIO Warmschumpftechnik meistert auch speziellere Aufgaben in schwer zugänglichen Werkstückbereichen, bei denen eine geringe Störkontur erforderlich ist. Das umfangreiche Programm umfasst alle gängigen Abmessungen an Warmschumpffuttern.

Präzisionsspannzangen von BIG aus Japan runden das Programm ab. SCHUNK vertreibt diese exklusiv in Deutschland und Österreich. Das spezielle BIG-Plus Spindelsystem verringert den Abstand zwischen Werkzeugflansch und Maschinenspindel bis zur vollständigen Plananlage und verbessert so die Radialsteifigkeit und die Rundlaufgenauigkeit der Steilkegel-Schnittstelle deutlich. Das ermöglicht höhere Schnittwerte als bisher. Damit eignen sich BIG-Präzisionsspannfutter für viele Aufgaben, zum Beispiel für die Schwer- und Mikrozerspannung und für die HSC-Bearbeitung.

Weitere Produktinfos Rundlaufgenauigkeit

Ausführliche Informationen finden Sie im Katalog SCHUNK Werkzeughaltersysteme. Den Katalog können Sie kostenlos bestellen unter **Tel. +49-7133-103-2256**.

Zudem stehen die Katalogseiten zu den einzelnen Produkten unter **www.schunk.com** zum Download bereit.

SCHUNK ProfiWISSEN

Mit SCHUNK ProfiWISSEN gibt SCHUNK einen umfassenden Einblick in aktuelle Fachthemen. SCHUNK will auf diese Weise über die neusten Spanntechnik- und Automationsprodukte informieren und darüber hinaus aktuelle Entwicklungen und Trends sowie interessante Möglichkeiten zur Qualitätssteigerung und Kostensenkung darstellen. SCHUNK ProfiWISSEN wird einmal pro Monat unter **www.schunk.com** unter dem Titel "Im Fokus" veröffentlicht.

Die vorliegende Ausgabe von SCHUNK ProfiWISSEN können Sie zur Verwendung in Lehrveranstaltungen an Schulen, Berufsschulen oder Hochschulen kostenlos nachbestellen:

Tel. +49-7133-103-2256

**SCHUNK „Im Fokus“ -
jeden Monat NEU auf
www.schunk.com**



SCHUNK GmbH & Co. KG
Spann- und Greiftechnik
Bahnhofstr. 106 - 134
D-74348 Lauffen/Neckar

Tel. +49-7133-103-0
Fax +49-7133-103-2399
info@de.schunk.com