

MarForm



FORMTESTER MMQ 400-2

MarForm MMQ 400-2 UNIVERSELLE FORMMESSMASCHINE

- MMQ 400-2 ist universell einsetzbar für die umfangreiche Werkstückbeurteilung nach DIN ISO 1101
- Hochpräzise Messachsen in Z und X machen jede Formmessaufgabe möglich

Das bedeutet für uns **EXACTLY.**

- 0 +



EXACTLY

FÜR UNS SIND FORMABWEICHUNGEN KEINE FRAGE DER WAHRNEHMUNG.

DAFÜR HABEN WIR MarForm



Für die problemlose Funktion und Haltbarkeit eines Werkstückes ist neben seiner Dimension vor allem die Form ausschlaggebend. Egal ob Rundheit, Ebenheit, Geradheit, Koaxialität oder Lauf - insbesondere an rotations-symmetrische Werkstücke werden immer höhere Anforderungen gestellt. Diese können nur mit hochgenauen, speziell dafür optimierten Formtestern prozesssicher überprüft und eingehalten werden. Sei es die Kraftstoff-Einspritztechnik, die Mikroelektronik, die Präzisionsmechanik oder die Medizintechnik: Die funktionswichtigen Teile werden immer kleiner und genauer. Damit die Fertigung vorgegebene Toleranzen ausnutzen kann, muss die Messunsicherheit so gering wie möglich gehalten werden. MarForm hilft Ihnen, die Prozesskosten zu senken, ohne jedoch die Prüfkosten in die Höhe zu treiben - durch stabile, innovative Geräte mit einem Höchstmaß an Automatisierung, Flexibilität und Genauigkeit. MarForm bietet für jede Anforderung die geeignete Kombination.

MarForm. FORMTESTER MMQ 400

Formtester

MarForm MMQ 400	4
Übersicht der MMQ 400 Versionen	12
Übersicht Standard-Formmessmaschinen	13
Software-Module für MarForm. MarWin	14

Software-Optionen

Software-Option. Rauheitsmessung	16
Software-Option. Konturenmessung	17
Software-Option. Bahnsteuerung	21
Software-Option. Nockenauswertung	22
Software-Option. Durchmessermessung	23
Software-Option. Dominante Rundheitswelligkeit	24

Software-Pakete

Software-Paket. Schwingungsgeschwindigkeit für Walzlagerkomponente	26
Software-Paket. Drallmessung	28
Software-Paket. Kolbenmessung	29
Software-Paket. Kommutatorauswertung	32

Messstrategien. Lösungsmöglichkeiten	33
---	-----------

Messtaster

MarForm. Messtaster T20W	36
MarForm. Messtaster T7W	38

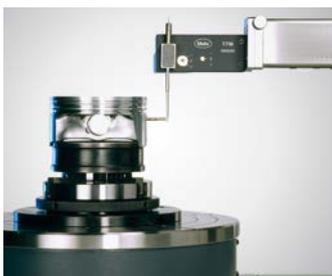
Zubehör

MarForm. Spannmittel	40
MarForm. Gerätetische, sonstiges Zubehör	41
MarForm. Prüf- und Kalibriernormale	42

MarForm MMQ 400-2

MESSTECHNIK, AUF DIE SIE SICH VERLASSEN KÖNNEN, FÜR KOMPONENTEN, AUF DIE SIE SICH VERLASSEN MÜSSEN.

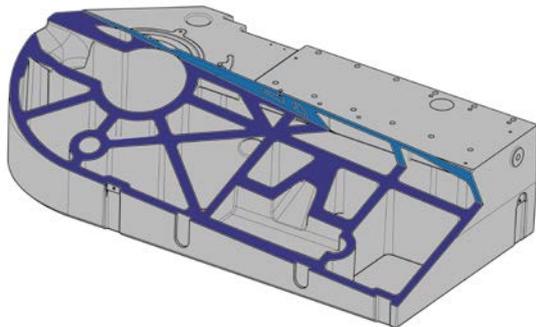
Bei vielen Dingen des täglichen Lebens vertrauen wir auf die zuverlässige Funktion technischer Komponenten. Ob bei den ABS Bremsen, der Einspritzanlage oder dem Getriebe unseres Autos, dem Laufwerk unseres PCs, dem Kompressor der Klimaanlage, den Messern unseres Rasierapparates oder den Landeklappen unseres Ferienfliegers - für die problemlose Funktion und Haltbarkeit der bewegten Bauteile ist vor allem das reibungslose Zusammenspiel entscheidend. Um dieses zu gewährleisten, werden rotationssymmetrische Werkstücke mit engen Vorgaben für die zulässige Abweichung von der idealen Form gefertigt. Die Einhaltung dieser Toleranzen kann nur mit hochgenauen, speziell dafür optimierten Formtestern prozesssicher überprüft werden. MarForm hilft Ihnen, die Prozesskosten zu senken, ohne jedoch die Prüfkosten in die Höhe zu treiben - durch stabile, innovative Geräte mit höchster Genauigkeit. MarForm bietet für jede Anforderung die geeignete Kombination.



MarForm MMQ 400-2

Grundsollide und hochgenau

Die gesamte Konstruktion der **MMQ 400** wurde auf Robustheit, Stabilität und Unempfindlichkeit ausgelegt. Dass die Grunddaten der Maschine die neue Referenz in dieser Klasse darstellen, sei hier nur am Rande erwähnt.

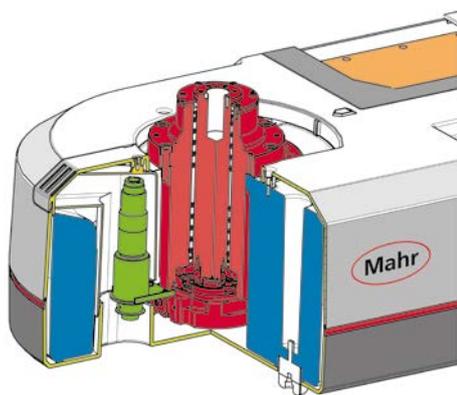


Grundkörper

Der Grundkörper stellt sozusagen das Fundament jedes Messgerätes dar. Für eine über alle Zweifel erhabene mechanische Stabilität sorgt bei der **MMQ 400** ein hochstabiler Stahlkörper mit interner Versteifungsstruktur, in welchen die mechanische Drehachse eingebettet ist.

Vertikale Messachse

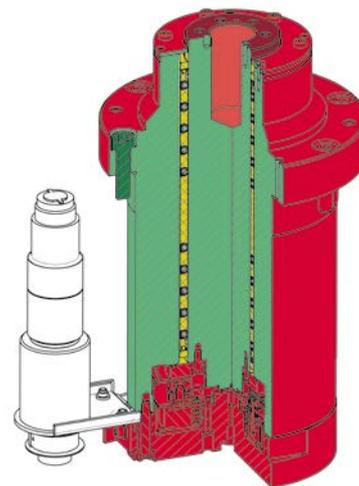
Die komplett neu entwickelte Vertikalachse ist ebenfalls in einem Stahlkörper aufgenommen und wird über spezielle Stellelemente präzise zur Drehachse ausgerichtet. Besonderer Wert wurde auf die Langzeitstabilität dieser messtechnisch kritischen Ausrichtung gelegt, und darauf, dass sie unempfindlich gegenüber Umgebungseinflüssen ist. Wie alle mechanischen Komponenten wurde die Säulenform im CAD mit der Finite Elemente Methode optimiert.



Thermische Kapselung

Eine Temperaturänderung ist der Feind jeder Präzisionsmessung. Jedoch kann nicht immer von perfekten Messraumbedingungen ausgegangen werden. Deshalb ist der Einsatz der **MMQ 400** auch unter suboptimalen Bedingungen möglich. Die Verwendung homogener Materialien stellt sicher, dass durch eine gleichmäßige Wärmeausdehnung die Geometrie

bei verschiedenen Temperaturen exakt erhalten bleibt. Sowohl der Grundkörper als auch die Vertikalachse sind darüber hinaus vollkommen thermisch gekapselt. Änderungen in der Umgebungstemperatur haben so nur geringen Einfluss auf die Messergebnisse. Interne Wärmequellen (Motoren, Elektronik) sind zusätzlich isoliert und so angeordnet, dass ihre Wärmestrahlung die Messachsen nicht beeinflussen können.



Mechanische Lager: bis zu 70x steifer als Luftlager

Mahr ist der führende Hersteller von Höchst-Präzisionslagern für Dreh- und Hubbewegungen und beliefert weltweit Kunden aus den Bereichen Maschinenbau, Feinwerktechnik, Optik, Medizintechnik und Elektronikfertigung mit weit über 100.000 Kugelführungen jährlich.

Seit über 60 Jahren fertigt **Mahr** darüber hinaus hochgenaue Luftlager. Durch eine einzigartige Technologie ist es **Mahr** möglich, die Vorteile von Luftlagern mit der Robustheit mechanischer Lager zu kombinieren.

Bei Luftlagern verteilt sich das Zusammenspiel der Komponenten über einen Luftspalt auf eine sehr große Fläche. Durch die daraus resultierende hohe Integration können hervorragende Rundlaufeigenschaften erreicht werden. Allerdings nur, solange sich äußere Störungen in Grenzen halten. Denn durch äußere Einflüsse werden Kräfte in das Lager eingeleitet: z. B. aus dem Antrieb, durch ungleichmäßige Lastverteilung, oder durch Schwingungen in der Umgebung. Die Auswirkungen auf die Genauigkeit hängen von der Steife des Lagers ab. Diese ist bei Luftlagern prinzipbedingt sehr gering.

Bei einem mechanischen Lager stellen die Kugeln zwischen Rotor und Stator eine direkte mechanische Verbindung her. Dadurch wird eine bis zu 70mal höhere Steifigkeit und damit Unempfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen erreicht. Durch die begrenzte Anzahl von Berührungspunkten fällt jedoch hier der Integrationseffekt geringer aus. Deshalb sind normale mechanische Lager ungenauer.

Durch eine einzigartige Konstruktion, jahrzehntelange Erfahrung, den Einsatz spezieller Fertigungstechniken und Materialien erreichen **Mahr** mechanische Lager die Güte eines hervorragenden Luftlagers. Und diese Güte bleibt auch unter schwierigen Einsatzbedingungen erhalten!

Größe und Flexibilität

Die **MMQ 400** ist mit einem großen Messvolumen ausgestattet. Das ist nicht nur beim Messen von größeren Präzisionswerkstücken vorteilhaft, sondern bietet Sicherheitsreserven und Flexibilität in vielerlei Hinsicht: Die Tischbelastbarkeit von 60 kg und die große Tischplatte gibt Ihnen Gestaltungsspielraum bei der Verwendung von Spannmitteln (z. B. auch für exzentrische Belastung) - ohne gleich in den Grenzbereich vorzustößen. Die Beladung ist durch die weit nach rechts gesetzte Säule völlig problemlos. Die langen Messwege ermöglichen Messungen in den unterschiedlichsten Positionen - z. B. auch über die Mitte der C-Achse hinaus zur Bestimmung der wahren Parallelität. Und nicht zuletzt bedeutet ein großes Messvolumen höhere Präzision mit mehr Reserven und geringerer Empfindlichkeit gegenüber äußeren Einflüssen. Das spricht für die **MMQ 400**, denn: Wissen Sie heute schon welche Bauteile Sie übermorgen messen müssen?



Kompaktheit

Trotz des äußerst großzügigen Messvolumens ist der Platzbedarf einer **MMQ 400** deutlich geringer als bei vergleichbaren Geräten. Durch die im Gerät integrierte Elektronik und den Verzicht auf Luftlager benötigt die **MMQ 400** keinerlei zusätzliche Versorgungseinheiten. Dafür bleibt reichlich Platz für die ergonomische Gestaltung des Arbeitsumfeldes.



MarForm MMQ 400-2



Ergonomischer Arbeitsplatz

Die MMQ 400 wird standardmäßig auf einem Gerätetisch mit einer Grundfläche von 1150 mm x 750 mm (das entspricht der Größe einer Euro-Palette) betrieben. Dieser stabile Gerätetisch bietet ausreichend Platz für Monitor, Tastatur und Zubehör und verfügt über die gesamte Breite und Tiefe über Beinfreiheit für eine komfortable Bedienung auch im Sitzen. Optional erhältlich sind Rollcontainer, welche unter oder neben dem Gerätetisch angeordnet werden können. Werden häufig Zeichnungen gesichtet und Messpläne und Messprogramme erstellt, dann bietet sich der in mehreren Größen erhältliche Arbeitstisch mit separatem Monitor und Tastatur für ein effizientes Arbeiten an.

Für ganz Platzbewusste gibt es noch das Untergestell für die Fertigung, welches mit nur ca. 850 mm x 550 mm Aufstellfläche auskommt.

In jedem Fall kann die Maschine auch im Stehen optimal bedient werden. Das ergonomische Handbedienfeld mit feinfühligem Steuerknüppel rundet den bedienungsfreundlichen Gesamteindruck ab.

Geschwindigkeit und Wirtschaftlichkeit

Geschwindigkeit ist bekanntlich keine Hexerei. Dennoch schlossen sich schnelle Achsen und hochgenaue Achsen bisher oft aus. Dabei zählt heute mehr denn je die Boden-zu-Boden Zeit bei der Messung eines Werkstückes. Die Z-Achse der MMQ 400 erlaubt Bewegungen mit bis zu 100 mm/s - mehr als 3x so schnell als jedes andere Formmessgerät. Mit den stufenlos einstellbaren Geschwindigkeiten und Beschleunigungen, einer reduzierten Anzahl von Durchgängen beim Ausrichten

durch ausgeklügelte Algorithmen und dem gleichzeitigen Verfahren von bis zu drei Achsen sparen Sie wertvolle Zeit. Die Kosten pro Messung reduzieren sich damit erheblich.

Sicher ist sicher

Wer schnell fährt, sollte auch schnell anhalten können. Beim Design der Maschine wurde deshalb auch größter Wert auf den Schutz der Bediener und der Maschine gelegt. Angefangen bei der passiven Sicherheit durch die Vermeidung möglicher Quetschstellen, über den Tasterschutzkontakt (bei Überschreitung des zulässigen Messbereichs), thermischen Überlastungsschutz und Kollisionsschutz-Schalter bis hin zur Not-Aus-Funktion mit Drei-Relaistechik und Gegenstrombremse sowie definierten "Knautschzonen", sorgen eine Vielzahl von Einrichtungen für eine sichere Bedienung. Und gäbe es einen Euro NCAP Crashtest für Messmaschinen, dann hätte die MMQ 400 sicher fünf Sterne verdient.

Servicefreundlichkeit

Im Falle eines Falles sind alle servicerelevanten Baugruppen einfach von Außen zugänglich. Das bedeutet auch nach Jahren des Betriebes kurze Instandsetzungszeiten und geringe Reparaturkosten. Damit es aber erst gar nicht so weit kommt, bieten wir Ihnen Wartungen, Wartungsverträge oder eine Verlängerung der Gewährleistungszeit an.

Eine MMQ 400 ist schließlich fast eine Investition fürs Leben....

Die MarForm **MMQ 400** ist die universelle Formmessmaschine für Fertigung und Feinmessraum.

MarForm MMQ 400 ist universell einsetzbar für die umfangreiche Werkstückbeurteilung nach DIN ISO 1101. Hochpräzise Messachsen in Z und X machen jede Formmessaufgabe möglich.

MarForm MMQ 400 für:

- hochgenaue Werkstücke,
- ungewöhnlich lange Werkstücke,
- große und schwere Werkstücke,
- den Einsatz in der Fertigung oder im Feinmessraum.

Die MarForm MMQ 400 steht in fünf Versionen für Ihre Anforderungen bereit und ist dadurch für jede Aufgabe optimal ausgelegt:

- mit motorischem oder manuellem Zentrier- und Kipptisch,
- vertikaler Achse (Z) mit 500 mm oder 900 mm und horizontaler Achse (X) mit 280 mm Messlänge oder
- vertikaler Achse (Z) mit 350 mm und horizontaler Achse (X) mit 180 mm Messlänge,
- mit digitalen Wegmesssystemen in den Linearachsen X und Z für beste Reproduzierbarkeit der Messungen.

Viele wellenförmige Werkstücke lassen sich während der Messung auch zwischen Spitzen aufnehmen, anstelle in einem Kranzspannfutter einseitig fixiert zu werden. Das Widerlager reduziert die Zeit für das Ausrichten des Werkstückes von einigen Minuten auf wenige Handgriffe. Die Option Widerlager für MMQ 400-2 ist ein weiterer Schritt, die Effizienz der MarForm Messmaschinen noch weiter zu erhöhen.

Option Widerlager

Für die Version mit dem motorischen Zentrier- und Kipptisch wird zusätzlich für die Aufnahme von Wellen zwischen Spitzen ein motorisches Widerlager angeboten.

Option Widerlager verfügbar für den Formtester MarForm MMQ 400 CNC.

Durch das Spannen der Wellen zwischen Spitzen wird die Ausrichtzeit maßgeblich reduziert. Da die MarForm MMQ 400 zusätzlich mit einem motorischen Zentrier- und Kipptisch ausgestattet ist, können weiterhin alle anderen, hochgenauen Werkstücke geprüft werden.

Durch das optionale Widerlager wird die universelle Formmessmaschine nun zur hochpräzisen Wellenmessmaschine erweiterbar.



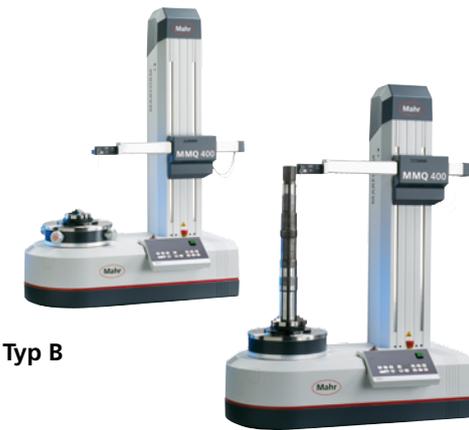
Selbstverständlich kann das Widerlager im Wechsel mit dem motorischen Zentrier- und Kipptisch betrieben werden. Die Flexibilität und Universalität der MarForm MMQ 400 wird damit noch um einen weiteren Schritt vergrößert.

MarForm MMQ 400-2

Versionen



Typ A



Typ B



Typ C

Messplatz	Best.-Nr.	Zentrier- und Kipptisch manuell Ø 285 mm	Zentrier- und Kipptisch motorisch Ø 285 mm	X-Achse motorische Messachse	Z-Achse motorische Messachse	Linearmaßstab in Z und X	EasyForm-Auswertung	Advanced Form Auswertung	Professional Form Auswertung	T20W Taster	T7W Taster	Motorisches Widerlager
<p>Typ A MarForm MMQ 400 mit Z = 350 mm und X = 180 mm</p> <p>MMQ 400-2 5440770 MMQ 400-2 CNC 5440780</p> <p>Typ B MarForm MMQ 400 mit Z = 500 mm und X = 280 mm und großem Maschinenvolumen</p> <p>MMQ 400-2 5440771 MMQ 400-2 CNC 5440781</p> <p>Type C MarForm MMQ 400 with Z = 900 mm and X = 280 mm</p> <p>MMQ 400-2 CNC 5440782 MMQ 400-2 CNC WL 5440787</p> <p>x = Standard o = Option - = nicht vorgesehen</p>												
		x	-	x	x	x	x	x	o	x	o	-
		-	x	x	x	x	x	x	o	-	x	-
		x	x	x	x	-	x	x	o	x	o	-
		-	x	x	x	x	x	x	o	-	x	-
		-	x	x	x	x	x	x	o	-	x	x

MarForm MMQ 400-2

Übersicht der Standart-Formmessmaschinen



Formtester	MMQ 400-2 Z = 350 mm X = 180 mm	MMQ 400-2 Z = 500 mm X = 280 mm	MMQ 400-2 Z = 900 mm X = 280 mm
Bestell-Nr.:	5440770 5440780	5440771 5440781	5440782
Rundheitsmesseinrichtung, C-Achse			
Rundheitsabweichung ($\mu\text{m} + \mu\text{m}/\text{mm}$ Messhöhe)**	0,02 + 0,0005	0,02 + 0,0005	0,02 + 0,0005
Rundheitsabweichung ($\mu\text{m} + \mu\text{m}/\text{mm}$ Messhöhe)*	0,01 + 0,00025	0,01 + 0,00025	0,01 + 0,00025
Laufabweichung axial ($\mu\text{m} + \mu\text{m}/\text{mm}$ Messradius)**	0,04 + 0,0002	0,04 + 0,0002	0,04 + 0,0002
Laufabweichung axial ($\mu\text{m} + \mu\text{m}/\text{mm}$ Messradius)*	0,02 + 0,0001	0,02 + 0,0001	0,02 + 0,0001
Zentrier- und Kipptisch	manuell/autom.	manuell/autom.	automatisch
Tischdurchmesser (mm)	285	285	285
Tischbelastbarkeit, zentrisch (N)	600	600	400***
Drehzahl (1/min)	0,2 - 15	0,2 - 15	0,2 - 15
Winkelauflösung (Maßstab)	32.768.000	32.768.000	32.768.000
Vertikaleinheit, Z-Achse			
Messweg motorisch (mm)	350	500	900
Geradheitsabweichung / 100 mm Messweg (μm)**	0,15	0,15	0,15
Geradheitsabweichung / gesamter Messweg (μm)**	0,3	0,4	0,9
Parallelitätsabweichung Z- / C-Achse in Tastrichtung (μm)	0,5	0,8	2
Messgeschwindigkeit (mm/s)	< 0,1 - 10	< 0,1 - 10	< 0,1 - 10
Positioniergeschwindigkeit (mm/s)	< 0,5 - 100	< 0,5 - 100	< 0,5 - 100
Linearauflösung (μm)	0,005	0,005	0,005
Horizontaleinheit, X-Achse			
Messweg motorisch (mm)	180	280	280
Geradheitsabweichung / mittl. 100 mm Messweg (μm)**	0,4	0,5	0,5
Geradheitsabweichung / gesamter Messweg (μm)**	0,8	1,5	1,5
Rechtwinkligkeit X- / C-Achse (μm)	1	2	2
Messgeschwindigkeit (mm/s)	< 0,1 - 10	< 0,1 - 10	< 0,1 - 10
Positioniergeschwindigkeit (mm/s)	< 0,5 - 30	< 0,5 - 30	< 0,5 - 30
Linearauflösung (μm)	0,005	0,005	0,005
Maschinenvolumen			
Abstand C / Z - max. Störkantenradius (mm)	220	364	364
max. Prüfradius außen (mm)	-45 bis 135	-15 bis 265	-15 bis 265
max. Messhöhe außen mit T20W / T7W (mm)	361 (475)	511 (625)	911 (1025)
Abmessungen/Anschlussdaten			
Höhe x Breite x Tiefe (mm)	1080 x 840 x 550	1330 x 840 x 550	1630 x 840 x 550
Gewicht (kg)	245	260	300
Netzanschluss	115 - 230 V +6% -10% 50 / 60 Hz - 60 VA	115 - 230 V +6% -10% 50 / 60 Hz - 60 VA	115 - 230 V +6% -10% 50 / 60 Hz - 60 VA

* Werte als maximale Abweichung vom Referenzkreis LSC, Filter 15 Wellen/Umfang.

** Alle Werte nach DIN ISO 1101 bei 20°C +/- 1°C in schwingungsneutraler Umgebung, Filter 15 Wellen/Umfang LSC bzw. 2,5 mm LSS, 5 U/min bzw. mm/sek. und Standardtastarm mit Kugel-Ø 3 mm.

Nachweis am Normal unter Einbeziehung von Fehlertrennverfahren.

Alle Änderungen der technischen Daten behalten wir uns vor.

*** Werkstücklänge max. 900 mm, Durchmesser max. 285 mm, Schwerpunkt unterhalb der Mitte.

MarWin

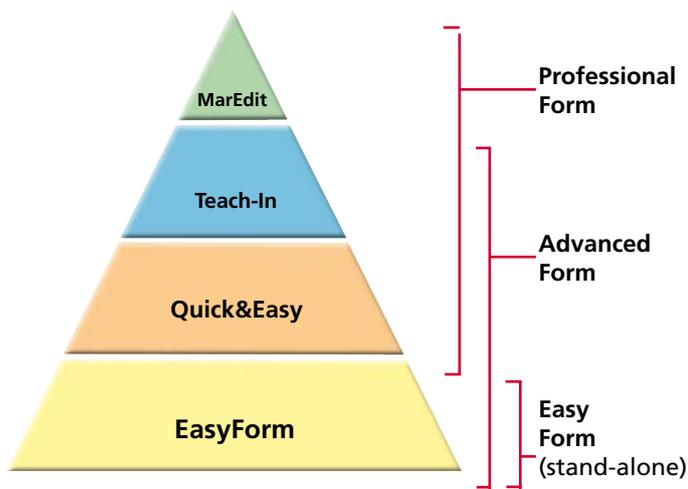
Software-Module für MarForm

Mit **Advanced Form** hat man den Formmessplatz perfekt im Griff. Mit einem Mausklick kann man positionieren, ausrichten, messen, dokumentieren - und behält durch die grafische Bedienoberfläche immer die Übersicht.

In der von anderen Windows®-Anwendungen bekannten Art können die Funktionen aus Menüleisten mit Pull-Down-Menüs mit der Maus ausgewählt werden.

Viele Funktionen, z. B. Drucken von Ergebnissen, Laden von Messprogrammen oder Ändern eines Programmschritts, lassen sich durch einfaches Anklicken von aussagekräftigen Symbolen, sogenannten Icons, aktivieren.

Mit **Advanced Form** behält man den Formmessplatz stets unter Kontrolle, z. B. kann man schon während der Messung den Verlauf des Profils verfolgen und gegebenenfalls eingreifen. Die Bedienung lässt sich individuellen Erfordernissen anpassen. Ob es sich um eine schnelle Einzelmessung handelt, ob an einem Serienteil ein Programmablauf gestartet wird oder ob die Umsetzung einer komplexen Messaufgabe in ein Messprogramm gefordert wird, **Advanced Form** bietet für jede Aufgabenstellung die optimale Bedienstrategie.



Da die Aufgabenstellungen sehr unterschiedlich sein können, gibt es keine Bedienstrategie, die für jeden Anwendungsfall optimal ist.

Daher stellt **Advanced Form** verschiedene Bedienstrategien zur Verfügung:

- **Messlauf - Favoriten**
für die Messung mit einem vorhandenen Messprogramm
- **Quick&Easy**
für die schnelle Messung; mit minimalem Aufwand schnell zu einem Messergebnis kommen
- **Lernprogrammierung**
für die Erstellung, die Änderung und den Ablauf eines Messprogramms mit vielen Möglichkeiten
- **MarEdit (Option)**
die Bedienebene für den Anwendungstechniker und geschulten Spezialisten zur Lösung der anspruchsvollsten Detailaufgaben

Advanced Form zeigt Ihnen alle erforderlichen Mess- und Auswerteparameter übersichtlich an. Dabei gibt es für viele Parameter Voreinstellungen, die für den größten Teil der Messaufgaben einfach bestätigt werden. Natürlich kann man auch einzelne Parameter an die jeweilige Aufgabenstellung anpassen.

Die leistungsstarke **Lernprogrammierung** von **Advanced Form** dient zur Erstellung von Messprogrammen für immer wieder zu messende Werkstücke. Außerdem können damit Messläufe realisiert werden, die besondere Positionierungen, Messungen, Auswertungen und Darstellungen enthalten.

Bei der Lernprogrammierung wird mit der Maus auf ein Symbol (Icon) geklickt - z. B. für eine Laufmessung und -auswertung - und schon wird ein Fenster geöffnet, in dem das Merkmal ggf. genauer beschrieben werden kann (z. B. Rund- oder Planlauf, Bezug, Kurzbezeichnung, Toleranz, usw.). Auch die Anzahl der Messungen und deren Art (Echtmessung oder Neuauswertung schon gemessener Profile) werden in diesem Fenster festgelegt.

Für die Änderung von Mess-, Auswerte- und Darstellparametern können separate Fenster geöffnet werden, jedoch ist dies oftmals nicht erforderlich, da bereits sinnvolle Vorgaben eingetragen sind, die für viele Messaufgaben verwendet werden können. Wenn bei speziellen Messaufgaben andere Einstellungen nötig sind, findet man - dank der übersichtlichen Fensteraufteilung - schnell die richtige Stelle und kann "im Handumdrehen" die Einstellungen optimieren.

Die Gestaltung eines Messprotokolls lässt sich bis ins Detail verändern: die Farbe des Profils, der Referenz, und der Grenzen können einzeln gewählt werden, die Skalierung (in μm pro Skalenteil) und die Art der Grafik (Polar oder linear, zentriert oder unzentriert) und noch weitere Darstellparameter können nach Belieben eingestellt werden.

Messprogramme für immer wieder zu messende Serienteile können gespeichert werden und können jederzeit als Messlauf (siehe oben) aufgerufen und gestartet werden.

Aussagekräftige grafische Profildarstellungen, auf Wunsch mit mehreren Profilen in einer Grafik, in unterschiedlichen Farben und auf verschiedene Arten angezeigt, stehen am großzügig dimensionierten Farbbildschirm sofort zur Verfügung. Wenn Sie an exakten Zahlenwerten interessiert sind, können Sie eine tabellarische Darstellung der Ergebnisse wählen.

Normgerechte Messungen und Auswertungen werden mit dem neuen **Advanced Form** anschaulich und repräsentativ dargestellt. Auch interaktive Gestaltungsmöglichkeiten mit einer 3D-Vorschau in Echtzeit sind realisiert.

Softwareassistenten



Favoriten-Ansicht zum Start der Messprogramme

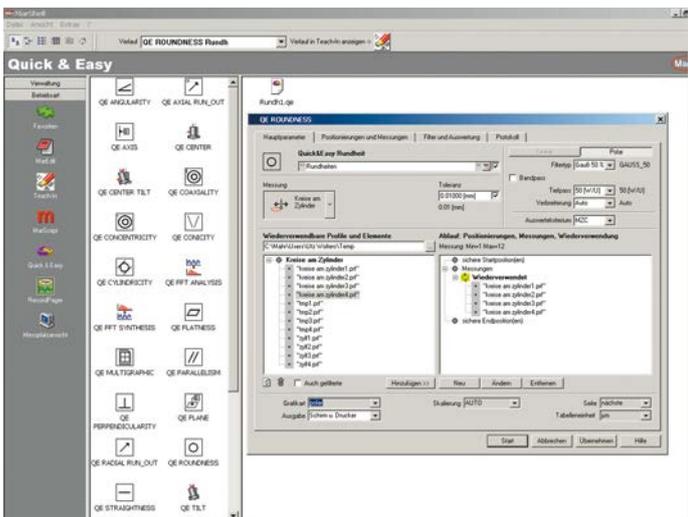
MarWin Software-Module im Detail

Wenn Sie Formmessungen durchführen möchten, wollen Sie keine langen Messprogramme erzeugen, sondern schnell zum ausdrucksstarken und informativen Messprotokoll gelangen. Übersichtlichkeit der Software ist dafür besonders wichtig. Sofort nach dem Anmelden in der MarWin-Benutzerverwaltung gelangen Sie in die MarShell, eine mit dem Windows-Desktop vergleichbare, übersichtliche Benutzeroberfläche. Aus dieser MarShell heraus starten Sie fertige Messprogramme der Favoritenansicht. Diese Favoriten sind durch hinterlegte Bilder oder Grafiken für jeden Bediener einfach wieder zu erkennen. Ein Klick, und schon startet das Messprogramm.

Aus der MarShell heraus wird auch das Messassistentenmodul, Quick&Easy (QE) genannt, gestartet.

Die Quick&Easy-Assistenten unterstützen bei der "schnellen Messung zwischendurch" und führen mit minimalem Aufwand schnell zum Ziel; dem aussagefähigem und informativem Messprotokoll.

Ein weiterer Klick, und alle bisher ausgeführten Quick&Easy Assistenten werden als chronologischer Ablauf in Advanced Form, die MarWin Lernprogrammierung übernommen. Einfach diesen Ablauf abspeichern, schon ist das Messprogramm erstellt. In Advanced Form kann das Messprogramm auch um weitergehende Funktionalitäten ergänzt werden. Folgende Quick&Easy-Assistenten unterstützen dabei:



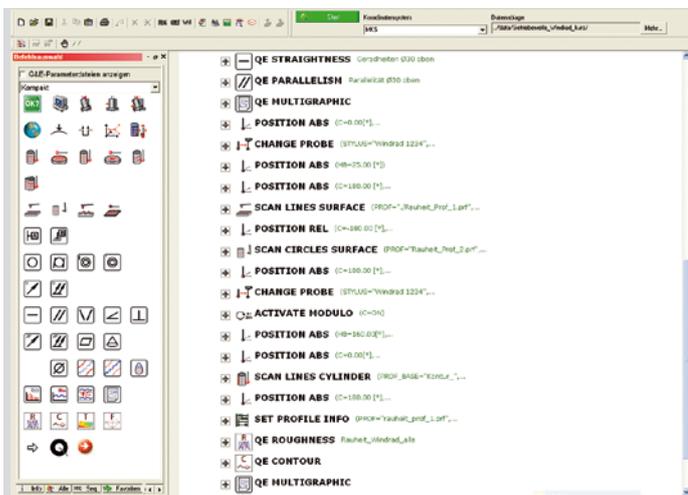
Quick&Easy Rundheit



- **QE Startposition prüfen**
Assistent zum Organisieren und Vorbereiten der Messungen mit Auswahl der Tastelemente, Bedienerhinweisen und Anzeige von Bildern des Werkstückes bzw. der Aufspannung
- **Maschinenmonitor**
Zum Positionieren der Achsen und des Tastarms
- **QE Ausrichten Planlauf**
Assistent zum Kippen, Nivellieren; auf Basis einer Planlaufmessung
- **QE Zentrieren**
Assistent zum Zentrieren des Werkstückes auf Basis einer Umfangsmessung
- **QE Zentrieren und Kippen**
Assistent zum Zentrieren und Nivellieren des Werkstückes auf Basis zweier Umfangsmessungen in unterschiedlicher Höhe

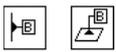


- **QE Parameter stellen**
Assistent zum komfortablen Definieren der globalen und lokalen Parameter
- **QE Zenit**
Assistent zur Ermittlung der maximalen X- oder Z-Position eines Profils



Teach-In Listing

- **QE Kantensuche**
Assistent zur Ermittlung einer Kantenposition, um daraus ein Werkstückkoordinatensystem zu erzeugen
- **QE Koordinatensystem umschalten**
Assistent zum Definieren und Aufrufen von Koordinatensystemen
- **QE auf berechnete Position bewegen**
Assistent, um den Taster auf eine zuvor berechnete Position zu bewegen



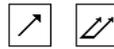
- **QE Achse**
Assistent zum Bilden einer Bezugsachse: Achse berechnen; auf Basis mindestens zweier Umfangsmessungen in unterschiedlicher Höhe oder einer Planlaufmessung und einer Umfangsmessung
- **QE Ebene**
Assistent zum Bilden einer Bezugsebene: Bezugsebene berechnen; auf Basis mindestens zweier polarer oder linearer Messungen.



- **QE Kreise am Zylinder**
Assistent für polare Messung(en) am Umfang innen oder außen mit der C-Achse
- **QE Kreise an der Planfläche/Ebene**
Assistent für polare Messung(en) mit Antastung von oben oder von unten mit der C-Achse
- **QE Strecken am Zylinder**
Assistent für vertikale Messung(en) am Mantel innen oder außen mit der Z-Achse
- **QE Strecken an der Planfläche/Ebene**
Assistent für horizontale Messungen an der Planfläche von oben oder von unten mit der X-Achse



- **QE Rundheit**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Rundheit, aus Voll- und Teilkreismessungen; zusätzlich auch als lokale Abweichung in einem gleitenden Fenster
- **QE Zylindrizität**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Zylinderform, aus Voll- und Teilkreismessungen, auch aus Geradheitsmessungen
- **QE Koaxialität**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Koaxialität aus Voll- und Teilkreismessungen zu einer Bezugsachse
- **QE Konzentrität**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Konzentrität aus Voll- und Teilkreismessungen zu einem Bezugsprofil in gleicher Z-Messhöhe



- **QE Rundlauf**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung des Rundlaufs aus Voll- und Teilkreismessungen zu einer Bezugsachse
- **QE Gesamtgrundlauf**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung des Gesamtgrundlaufs aus Voll- und Teilkreismessungen oder Linearmessungen zu einer Bezugsachse



- **QE Geradheit**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Geradheit aus linearer Bewegung, auch aus einer rechnerischen Achse aus zirkulären Profilen, Geradheit aus linearer Bewegung als lokale Abweichung in einem gleitenden Fenster
- **QE Parallelität**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Parallelität aus linearen und polaren Bewegungen oder einer rechnerischen Achse zu einer Bezugsachse, Bezugsebene oder eines gegenüberliegenden Profils
- **QE Konizität**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Konizität aus linearen Bewegungen zu einer Bezugsachse oder eines gegenüberliegenden Profils
- **QE Neigung**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Neigung aus linearen und polaren Bewegungen oder einer rechnerischen Achse zu einer Bezugsachse oder Bezugsebene
- **QE Rechtwinkligkeit**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Rechtwinkligkeit aus linearen und polaren Bewegungen oder einer rechnerischen Achse zu einer Bezugsachse oder Bezugsebene

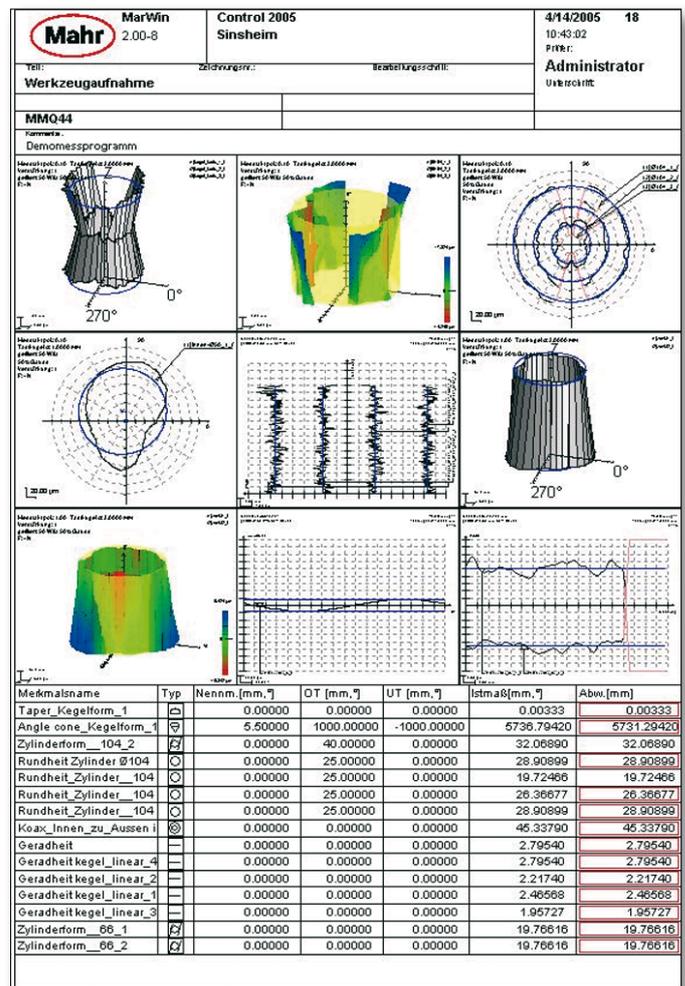


- **QE Planlauf**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung des Planlaufs aus Voll- und Teilkreismessungen zu einer Bezugsachse
- **QE Gesamtplanlauf**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung des Gesamtplanlaufs aus Voll- und Teilkreismessungen oder Linearmessungen zu einer Bezugsachse
- **QE Ebenheit**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Ebenheit aus Voll- und Teilkreismessungen, auch aus Geradheitsmessungen
- **QE Kegelform**
Assistent zur Messung, Auswertung und Protokollierung der Kegelform aus Voll- und Teilkreismessungen, auch aus Geradheitsmessungen; ebenso wahlweise Errechnung des Kegelwinkels und Ausgabe des Wertes



- QE Fourieranalyse**
 Assistent zur Durchführung einer Fast-Fourier-Transformation eines Polar-/ Linearprofils und Darstellung in Histogrammform oder im Tabellenformat; mit Toleranzbandüberwachungsfunktion der Amplitudenhöhe im Histogramm aus einer ASCII-Datei, RTA-Analyse nach FAG-Norm mit Errechnung und Darstellung eines Toleranzbandes in das Fourierhistogramm wie in der FAG-Hausnorm als RTA-Analyse beschrieben
- QE Fouriersynthese (Option)**
 Assistent zum Generieren von neuen, um ausgewählte Wellenbereiche reduzierte Profilen. Als Instrument, Wellenbereiche aus einem Profil auszugrenzen. Umkehrung einer Fast-Fouriertransformation zur Erzeugung eines neuen, "synthetischen" Profils, das danach weiter ausgewertet werden kann
- QE Profilarithmetik**
 Assistent zum Verrechnen von Profilen und Bilden von neuen Profilinformatoren, welche dann weiter verwendet werden können. Erforderlich, um z. B. den relativen Dickenverlauf zweier gegenüberliegender Profile zu ermitteln
- QE Multigrafik**
 Assistent zum Erzeugen von Mehrfachgrafiken auf einem Protokollblatt. Eine ausdrucksvolle Grafikvorschau ist selbstverständlich
- QE Ergebnisexport (Option)**
 Assistent zum Exportieren von Messergebnissen in die Mahr DataTransferTools (Option) und damit in Statistiksoftwarepakete wie z. B. QS-STAT, Excel, etc.
- QE Rauheit (Option)**
 Assistent zum Messen und Auswerten von Rauheitskennwerten
- QE Kontur (Option)**
 Assistent zum Messen und Auswerten von Konturmerkmalen
- QE Durchmesser (Option)**
 Assistent zum Messen und Auswerten von Durchmesserabweichungen aus Polarprofilen und mit LSC-Auswertung
- QE QS-STAT (Option)**
 Assistent zum komfortablen Exportieren von Ergebniswerten in die Statistiksoftware QS-STAT (separate Beschreibung auf Anfrage)
- QE Toleranzbandauswertung (Option)**
 Assistenten zum Definieren, importieren und zum Messen und Auswerten von Freiformen. Die Messung erfolgt als Vergleich zum Sollprofil mit der Bahnsteuerung oder im „Tracking-Modus“ bei unbekanntenen Freiformen.

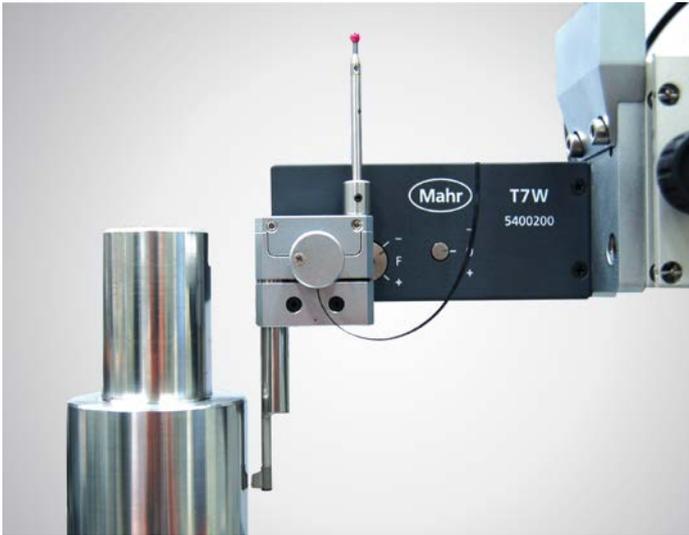
- QE Nockenformauswertung (Option)**
 Assistenten zum Definieren, importieren und zum Messen und Auswerten der Nockenform und nockenspezifischer Merkmale (Seite 22 ff.). Die Messung erfolgt als Vergleich zum Sollprofil mit der Bahnsteuerung oder im „Tracking-Modus“ bei unbekanntenen Nockengeometrien.
- QE Dominante Rundheitswelligkeit (Option)**
 Assistent zum Messen und Auswerten der Dominanten Rundheitswelligkeit gemäß MBN 10455. Ausgewertet werden RONWDt, RONWDmax, RONWDc und RONWDn. (separate Beschreibung auf Anfrage)



Am Ende der Messungen steht natürlich ein informatives Messprotokoll zur Verfügung.

MarWin

Software-Option Rauheitsmessung



Was liegt näher, als Rauheitskennwerte wie R_a und R_z bei der Prüfung Ihrer Werkstücke mit einem MarForm-Messgerät ebenfalls zu erfassen und zu dokumentieren?

Kombinieren Sie die Prüfung von Form- und Lagetoleranzen mit der Überwachung der Rauheitskennwerte.

Für den Anwender bedeutet das:

Keine Kompromisse bei der Qualität, denn: Der für die jeweilige Messaufgabe optimale Messkopf sichert stets höchste Genauigkeit.

Vorteile:

- Zeit- und Kosteneinsparung durch nur eine Aufspannung und einen Messablauf
- Höhere Genauigkeit durch automatische Wahl des Rauheitstasters oder des Tastarmes für die Form- und Lage
- Einfache Bedienung durch eine gemeinsame Software für Form, Lage und Rauheit
- Aussagekräftige und detaillierte Protokolle
- Bewährte Formmesstechnik kombiniert mit bewährter Rauheitsmesstechnik

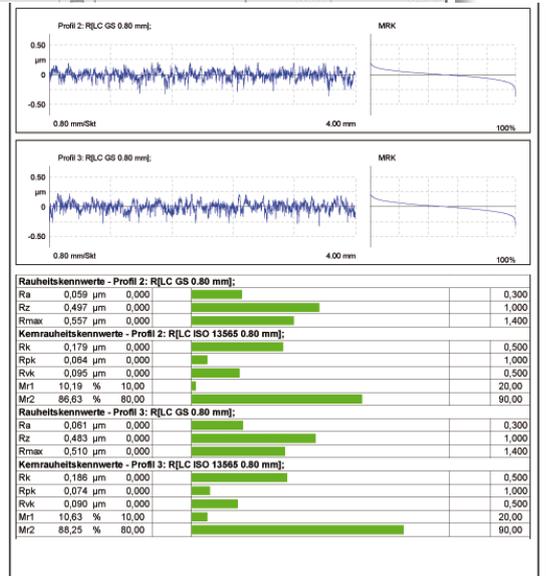
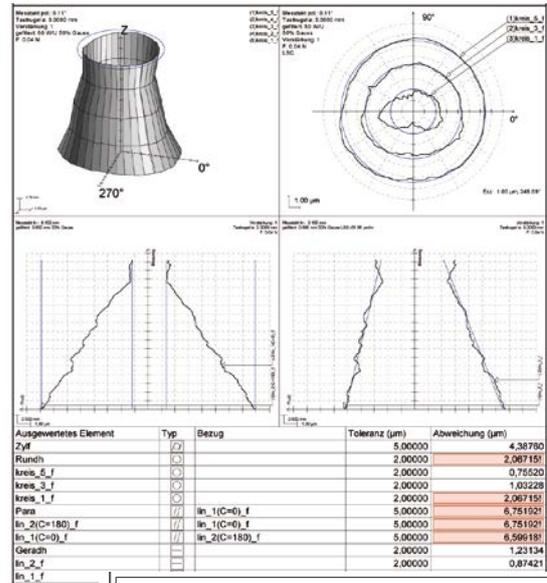
Lieferumfang Option Rauheitsmessung für MMQ 400
Bestell-Nr. 5400240, 5400241

Hardwarepaket

- Rauheitstaster PHT 6-350 mit 90° Tastspitze, Rundungsradius 2 μm
- Doppel-Tastarmträgereinheit zur Aufnahme des PHT 6-350 sowie des Tastarmes zur Formmessung
- Adapter zum Anschluss des PHT 6 an den Formtester MMQ 200

Softwarepaket

- Softwarelizenz zur Auswertung der Rauheit, einsetzbar in AdvancedForm
- Softwareoption AdvancedForm zum Einsatz mit MMQ 400



Rauheitstaster PHT 6-350 Best.-Nr. 6111520

System	Einkufentaster
Kufenradius	in Tastrichtung 25 mm, quer 2,9 mm
Gleitpunkt	0,8 mm vor der Tastspitze
Messbereich	350 μm
Spezifikation	für ebene Flächen, Bohrungen ab 6 mm \varnothing bis 17 mm Tiefe, Nuten ab 3 mm Breite, min. Werkstücklänge = Taststrecke + 1 mm
Tastspitzengeometrie	2 $\mu\text{m}/90^\circ$ Diamant

MarWin

Software-Option Konturenmessung

Konturenmessung und Konturenauswertung als Option für MarForm MMQ 400

In der industriellen Fertigungsmesstechnik besteht immer häufiger die Notwendigkeit nach schneller, einfacher Messung von Werkstückprofilen. Die Messaufgaben sind vielfältig und fordern immer höhere Präzision und optimale Messstrategien des gesamten Systems.

Im Rahmen der kosten- und zeitorientierten Lösungen von Messaufgaben wird immer mehr die Messung von Form- und Lage sowie Rauheit und Kontur mit einer Maschine gewünscht.

Jahrzehntelange Erfahrung in der Konturenmesstechnik sowie zahlreiche Wünsche und Hinweise unserer Kunden haben diese neue Gerätegeneration geprägt. Das, was vor ca. 30 Jahren mit dem Conturograph zum Aufzeichnen von Konturen und Vergleich mit Schablonen begann, hat sich heute zu einem Konturenmesssystem höchster Qualität und modernster Technologie entwickelt. Mit der Konturensoftware MarSurf XC 20 und MarSurf XC 2 setzen Mahr Kunden auf Spitzenqualität und Sicherheit.

Was liegt näher, als Rauheitskennwerte wie Ra und Rz bei der Prüfung Ihrer Werkstücke mit einem MarForm-Messgerät ebenfalls zu erfassen und zu dokumentieren? Und dann nach der Messung der Form- und Lagemerkmale auch die Konturaufgaben mit zu erledigen, ohne mit dem Werkstück auf einen zweiten Messplatz zu wechseln?

Kombinieren Sie die Prüfung von Form- und Lagetoleranzen mit der Überwachung der Konturmerkmale und der Rauheitskennwerte!

Mahr bietet mit diesen Möglichkeiten eine völlig neue Interpretation des Begriffes "CNC-Messplatz"!

Mit der MarForm MMQ 400 wird mit hochgenauen Rundheits- und Linearachsen die Werkstückoberfläche hinsichtlich der Form- und Lagemerkmale nach ISO 1101 geprüft, werden mit einer Diamantspitze die Rauheitskennwerte ermittelt und mit einer für die Konturmessung üblichen Tastspitze durch Nachführen der hochauflösenden Linearachsen der MMQ 400 die Kontur erfasst und basierend auf der Softwareplattform MarWin gemeinsam ausgewertet und dokumentiert.

Für den Anwender bedeutet das:

Keine Kompromisse bei der Qualität, denn: Der für die jeweilige Messaufgabe optimale Messkopf sichert stets höchste Genauigkeit.

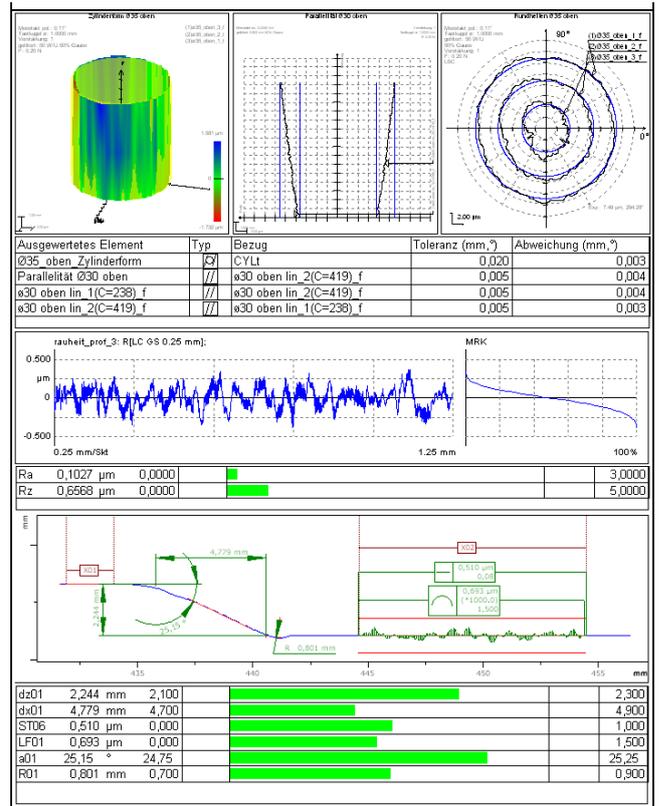
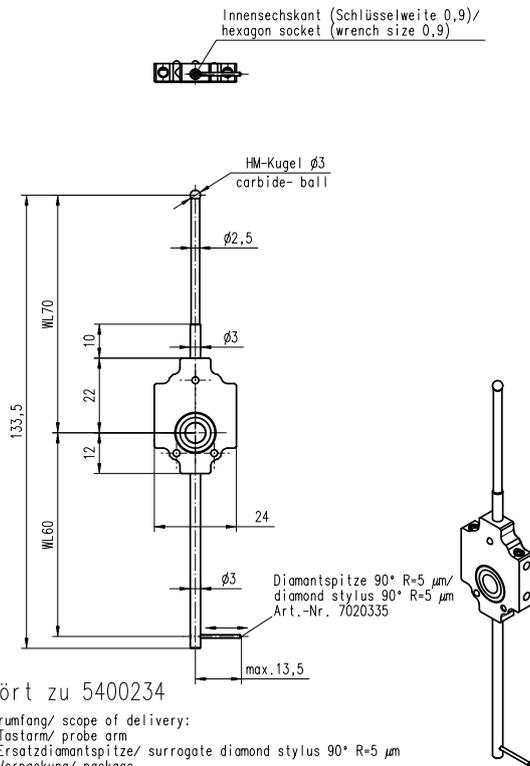


Ihre Vorteile bei MarForm MMQ 400 und dem motorischen Messtaster T7W.

- **Nur bei Mahr:** 3-in-1-Tastarm für höhere Genauigkeit durch automatische Wahl des Rauheitstasters, der Tastspitze für die Konturmessung oder des Tastarmes für die Form- und Lage
- **Nur bei Mahr:** Zeit- und Kosteneinsparung durch nur eine Aufspannung und einen Messablauf ohne Bedieneingriff
- **Nur bei Mahr:** Einfache Bedienung durch eine gemeinsame Software für Form, Lage und Rauheit und für Konturen, komplett in 3D
- **Nur bei Mahr:** MarForm MMQ 400 mit hochgenauen Linearachsen hochauflösend messen für die Konturerfassung und Konturenauswertung
- **Nur bei Mahr:** Bewährte Formmesstechnik kombiniert mit bewährter Rauheitsmesstechnik
- **Nur bei Mahr:** Aussagekräftige und detaillierte Protokolle für Form, Rauheit und Kontur übersichtlich auf einem Blatt kombiniert

MarWin

Software-Option Konturenmessung



Beispiel eines Tastarmes für Form, Rauheit und Konturmessung

Technische Daten

Option Konturenmessung für AdvancedForm	
Taststrecke (in Z)	0,2 mm bis 350 mm, 500 mm oder 900 mm
Messbereich (in X)	20 mm
Messsystem (in X)	hochgenaues inkrementales Messsystem, Auflösung 0,005 µm
Messsystem (in Z)	hochgenaues inkrementales Messsystem, Auflösung 0,005 µm
Antastrichtung (in X)	vorwärts (+X), rückwärts (-X)
Vorschubrichtung (in Z)	nach unten (-Z), nach oben (+Z)
Messkraft des T7W	2 cN bis 12 cN (20 mN bis 120 mN)
Messrichtung des T7W	in MarForm-Software einstellbar
Profilneigung zur Vorschubrichtung (Z)	70°
Messgeschwindigkeit (in Z)	0,2 mm/s bis 1 mm/s
Tastspitzenradius	25 µm
Messunsicherheiten U95 bei vT = 0,8 mm/sec:	
- Abstand	± (3+l/25) µm
- Radius	10 µm
- Winkel	3 min

* Auf glatten Oberflächen (Rz < 2 µm) bei Neigung ±45° gegen Z-Achse und Schenkellänge 5 mm bis 30 mm

MarWin

Software-Option Konturenmessung mit Bahnsteuerung MCPC

In modernen Fertigungsverfahren werden mit anspruchsvollen Technologien immer komplexere Teile hergestellt. Nach wie vor wird eine Endkontrolle im Messraum ein wichtiger Bestandteil des Qualitätsprozesses sein.

Um aber möglichst zeitnah Fehler zu erkennen, ist eine fertigungsnahe Prüfung unerlässlich. Durch die Messung der Teile während einzelner Arbeitsschritte und Fertigungsstufen kann die Stabilität überwacht und frühzeitig der Prozess kontrolliert werden, sobald Eingriffsgrenzen überschritten sind.

Wenn diese Prüfung in der Vergangenheit hauptsächlich durch Handmessmittel, einfache Messvorrichtungen und Messgeräte erfolgte, wird heute aufgrund der hohen Komplexität und steigenden Genauigkeitsanforderungen komplexe Messtechnik benötigt.

Formtester messen üblicherweise das Werkstück durch die Bewegung des messenden Tasters zu einer hochgenauen Referenzachse. Konturmessungen wurden bisher innerhalb des Tastermessbereiches oder aber durch Nachführen einer Achse anhand des Tastersignals durchgeführt ("Tracking" oder auch "Auto Follow" genannt). Dieses Verfahren funktioniert nur mit einer reduzierten Geschwindigkeit von maximal 0,5 mm/s und versagt komplett bei Profilveränderungen, z.B. verursacht durch Bohrungen oder Nuten.

Die neue Bahnsteuerung **MCPC (Mahr Continious Path Control)** der MMQ 400-2 ermöglicht das Abfahren eines Soll-Profiles im Raum durch gleichzeitiges Messen mit zwei Achsen. Dabei wird eine 10-fach schnellere Messgeschwindigkeit von bis zu 5 mm/s erreicht.

Kontinuierlich werden die Messdaten als 3D-Punktwolke aufgenommen, womit diese Art der Koordinatenmessung weltweit zum ersten Mal auf einem Formtester implementiert wurde.

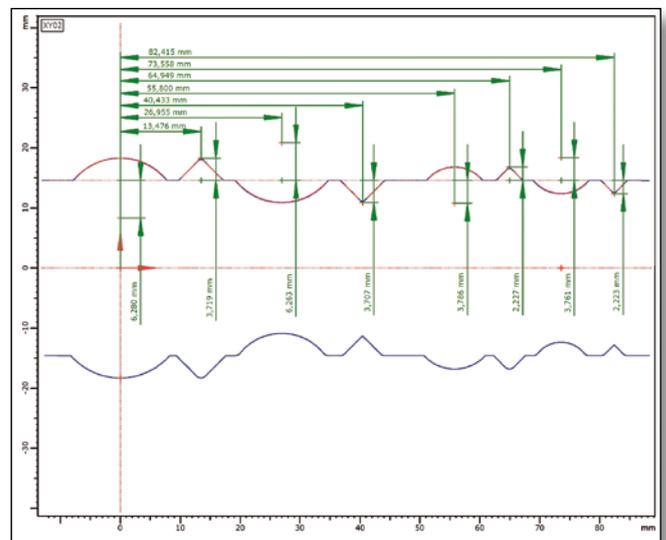
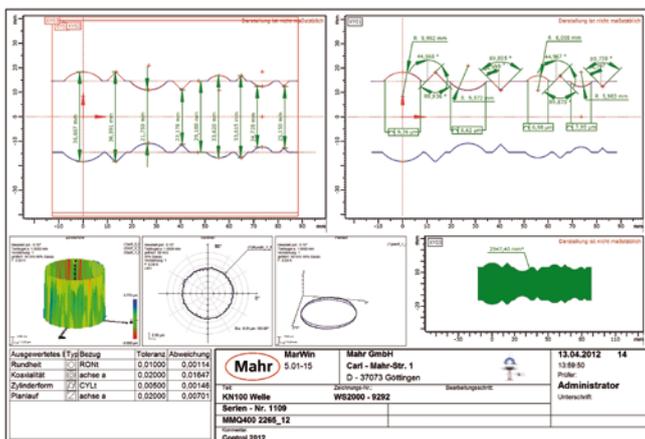


3D-Konturnormal KN100S

Das 3D-Konturnormal KN100S ist auch zur Überprüfung Ihrer Koordinatenmessmaschine und Ihres Konturenmessgerätes sehr geeignet.

Sie erhalten das 3D-Konturnormal KN100S nur bei Mahr.

Bestell-Nr.: 5360581



MarWin

Software-Option Nockenauswertung

Zur Realisierung energiesparender Antriebe moderner Antriebsaggregate leisten Nockenwellen einen entscheidenden Beitrag. Um den steigenden Anforderungen an Präzision in der Herstellung von Nockenwellen Rechnung zu tragen, hat Mahr seine bewährten Lösungen zur Messung und Auswertung von Form- und Lagetoleranzen nun für die Überprüfung der Nockenform an Nockenwellen weiter entwickelt und bietet dieses nun auch für die MarForm Messmaschinen an.

In Verbindung mit den bereits etablierten Formtestern für den Messraum, der MarForm-Baureihe, stellt diese Weiterentwicklung der Software MarWin eine wichtige Erweiterung im Bereich der Bewertung von Nockenwellen dar.

In der neuen Generation der Applikation "Nockenwellenmessung" wurden alle Nockenwellentypen, ob Standard, Doppelnocken, Tripoden und Excenterwellen in einem Assistenten (Quick&Easy) zusammengeführt. Auch konkave und konvexe Nockenformen können mit dieser Software ausgewertet werden.

Diese Konzentration der Funktionalität erlaubt es, die verschiedensten Nockengeometrien in einem einfach durch Assistenten zu beschreibenden Ablauf komplett zu definieren. Über die Definition spezifischer Einstellungen, den globalen Parametern, lassen sich kundenspezifische Messabläufe, Toleranzen sowie Auswertungen standardisieren.

Anwendungsgebiete

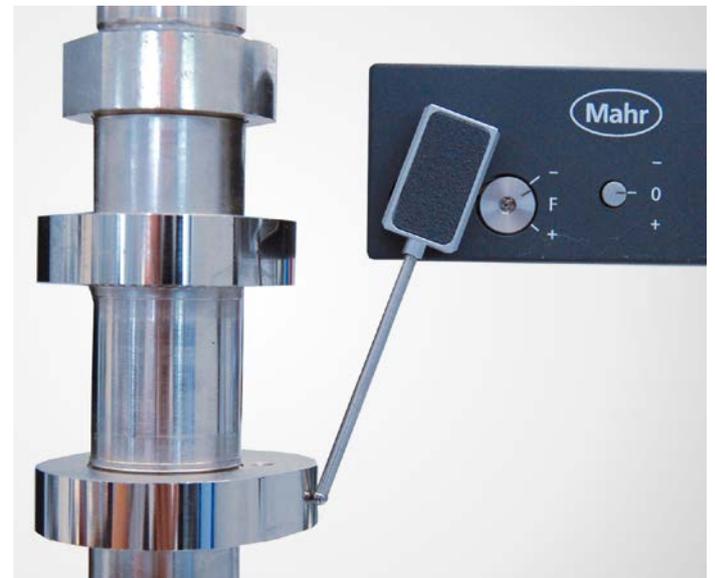
Zum Vermessen der Merkmale an den Lagerstellen einer Nockenwelle benötigt man einen Formtester. Als Grundvoraussetzung für die Messung der Nockenform ist eine Bahnsteuerung der Messmaschine in Verbindung mit geringen Antastkräften und der Aufnahme möglichst vieler Messpunkte erforderlich.

Lösen Sie diese Aufgabe mit der MarForm MMQ 400-2 oder der MarForm MFU 100 – dem Messplatz für hochgenaue Wellen und nun auch für Nockenwellen. In Verbindung mit der leistungsfähigen Softwareplattform MarWin bietet er Ihnen alles, um schnell und effizient Nockenwellen komplett zu vermessen.

Noch schneller erhalten Sie das Protokoll, wenn die Nockenwelle zwischen Spitzen gespannt wird. Die Option "**motorisches Widerlager**" für MMQ 400-2 spart dabei viel Zeit durch Wegfall der Ausrichtung des Werkstückes und optimiert so Ihren Messprozess.



MMQ 400-2 mit Nockenwelle



Nockenformmessung mit T7W

Die Nockensollform können Sie als Datei einlesen oder in einem Assistenten einfach erzeugen oder anpassen. Die MarForm fährt diese Sollform an der Nocke ab. Sie bekommen Ihre Nockenprofile mit den von Ihnen definierten Toleranzbändern detailliert dargestellt. Diese Grafik können sie einfach mit einem frei wählbaren Formfaktor zwischen Konturdarstellung und Toleranzband-Abweichungsdarstellung variieren.

Weitere nockenspezifische Merkmale wie Hubkurven und Nockenwinkel werden ebenfalls ausgewertet.

Auch Sonderauswertungen, wie die Beschleunigungskurve und die Geschwindigkeitskurve errechnet aus den Profilen, gehören zum Leistungsumfang dieses Quick&Easy CAM.

Die weiteren Bezüge für die Form- und Lagemerkmale bestimmen Sie einfach mit der bekannten Lernprogrammierung AdvancedForm. "What you do is what you get!" ist hier die Arbeitsweise.

Bei den Tastarmen können Sie wählen zwischen Kugel-, Schneide- oder Scheibenmesseinsatz. Unbekannte Nocken werden von der MarForm automatisch gemessen und können als Soll-datei für Ihre Serie benutzt werden (Tracking-Modus).

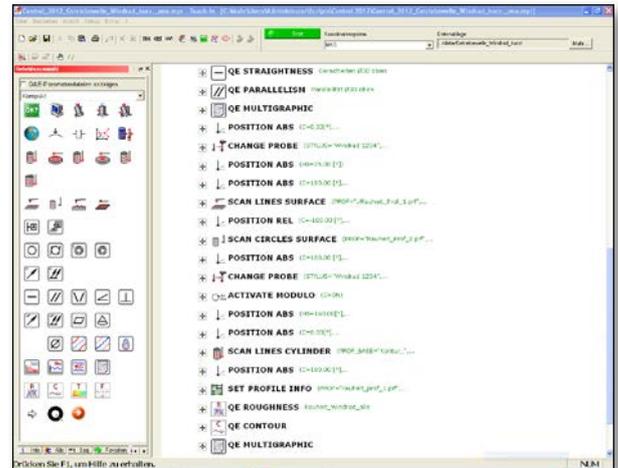
Mit diesem Messplatz können auch Sie Ihre Werkstücke schnell, effizient und komplett prüfen.

Merkmale

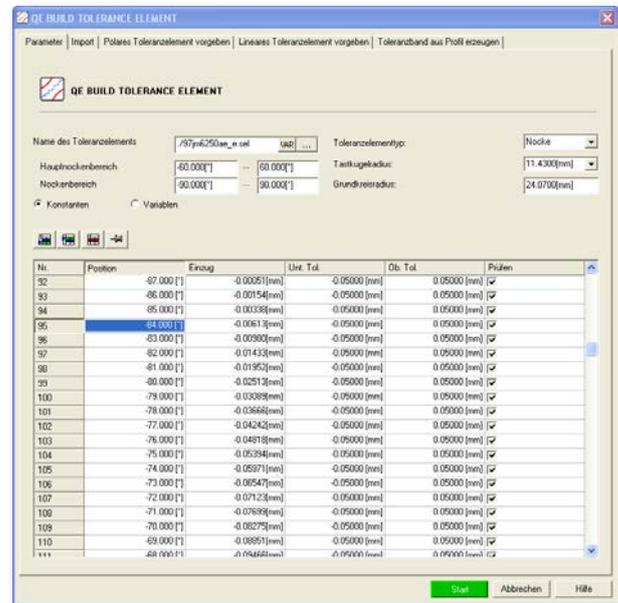
- Erzeugen Sie Ihr Nockenwellen-Messprogramm schnell, flexibel und mit wenig Aufwand.
- Erreichen Sie höhere Messsicherheit durch eine assistenten geführte Arbeitsweise.

In der MarWin-basierten Mess- und Auswertsoftware AdvancedForm wird ein weiterer, neuer Assistent angeboten. Er ermöglicht die Messung der Nockenform aus einer zirkularen Bewegung mit Nachführen der X-Achse sowie die Nockenformauswertung und deren Protokollierung. Die Messung und Auswertung der Nockenform fügt sich somit nahtlos in die Bedienoberfläche AdvancedForm ein und bildet dort zusammen mit den Assistenten für die Form- und Lagemessung auch sehr umfangreiche und komplexe Messaufgaben im Sinne einer Lernprogrammierung einfach ab.

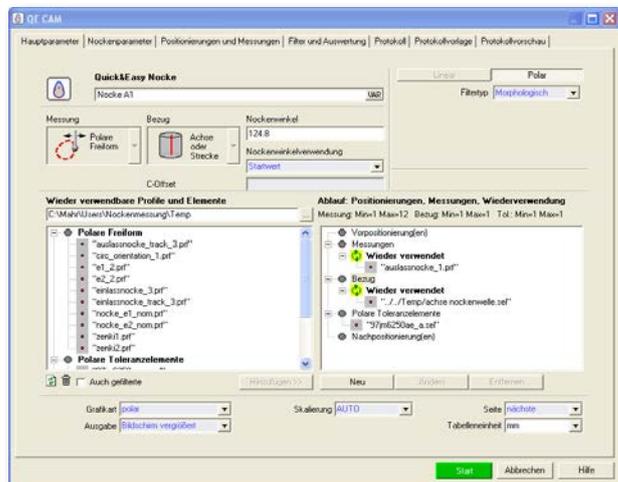
Dieses **Quick&Easy Nocke (QE CAM)** wird durch eine eigene, optionale Lizenz freigeschaltet, sodass der Leistungsumfang der MarForm Messmaschine einfach für zukünftige Anforderungen angepasst werden kann.



AdvancedForm



QE BUILD TOLERANCE



QE CAM

MarWin

Software-Option Nockenauswertung

Leistungsbeschreibung

Die neue Option "Nockenauswertung" wird für die MarForm Maschinen der Typen **MFU 100**, **MFU 110** und **MMQ 400-2** angeboten. Die Messung erfolgt unter Einsatz des Tasters **T7W** und eines taktilen Antastelementes. Die Option "Nockenauswertung" steht zum Einsatz zusammen mit **MarWin** zur Verfügung:

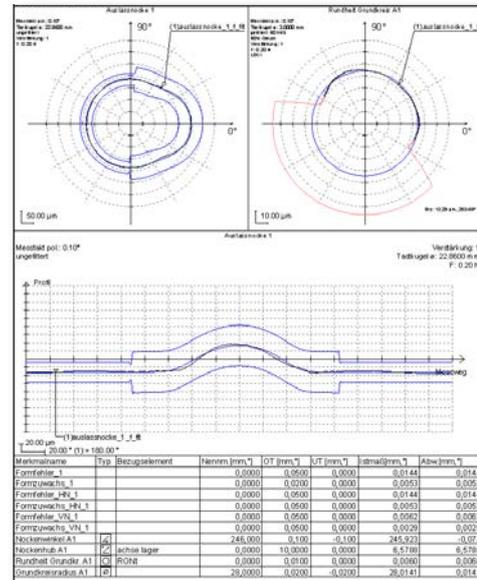
Auswertung/Messung

- Die Nockenauswertung erfolgt durch Einsatz/Nutzung eines Assistenten (**Quick&Easy**) zur Nockenformmessung und Auswertung, und des optionalen **QE CAM** in **AdvancedForm** und in **ProfessionalForm**. Der Assistent wird durch eine eigene Softwarelizenz freigeschaltet
- Messung durch zirkuläre Achsbewegung (C-Achse) durch Einsatz der Bahnsteuerung (**MCPC**) oder mit Nachführen der X-Achse des Formtesters (Tracking-Modus **SCAN CIRCLES CYLINDER**)
- Erstellen des Toleranzbandes z. B. in MS Excel (nicht Umfang der Option)
- Laden des Toleranzbandes im **QE CAM** aus einer Datei (.txt-, .csv-Format)
- Messen einer Spur an der Nocke mit der C-Achse mit Achsnachführung der X-Achse oder Wiederverwendung eines bereits gemessenen Profils
- Vergleich/Auswertung der Profilabweichung mit dem geladenen Toleranzband
- dabei Einsatz des morphologischen Filters mit Umrechnung auf die jeweilige Antastgeometrie bzw. auf die Geometrie des Flach- oder Rollenstößels oder konventionell mit **GAUSS**-Filter

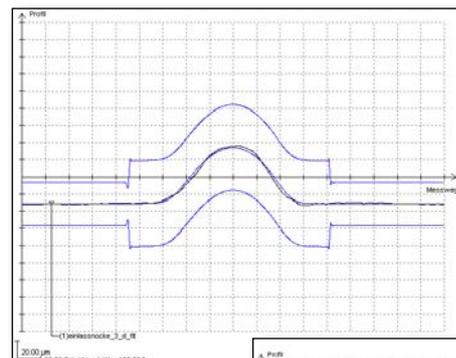
Protokollierung

Ermittlung und Ausgabe von Kennwerten mit Möglichkeit der Toleranzüberwachung:

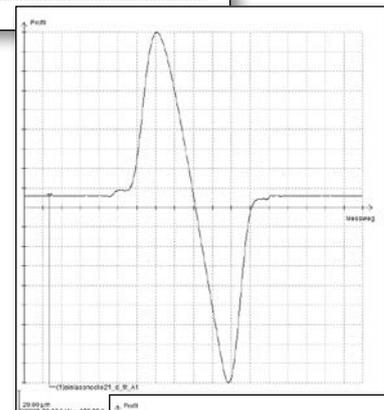
- Max. Fehler des Toleranzbandes
- Formzuwachs (größter Steigungsfehler am Umfang)
- Winkellage der Nocke zur Referenz
- Darstellung des Nockenprofils als
 - Polargraphik
 - Lineargraphik, jeweils wählbarer Formfaktor (0 und 1) zwischen 0 und 100 %
- Darstellung der ersten und zweiten mathematischen Ableitung des Nockenprofils (Ventilgeschwindigkeit und Ventilbeschleunigung) als Lineargrafik
- Ausgabe einer Tabelle mit den Werten/Abweichungen des Nockenprofils vom Toleranzband



Protokoll Nockenformabweichung



Nockenhub



1. Ableitung:
Ventilgeschwindigkeit



2. Ableitung:
Ventilbeschleunigung

MarWin

Software-Option Durchmessermessung



Kalibriermessung

Durchmessermessung und -auswertung mit MarForm MMQ 400-2 und MarForm MMQ 200 und der Option QE DIAMETER

Ein Assistent, in der Mahr Software "Quick&Easy" genannt, führt den Anwender durch die Referenzmessung und Durchmesserbestimmung und erzeugt direkt nach der Auswertung das ansprechende und informative Ergebnisprotokoll, in dem neben den Durchmesserergebnissen auch die Rundheitsabweichung visualisiert angeboten wird.

Die wesentlichen Merkmale sind:

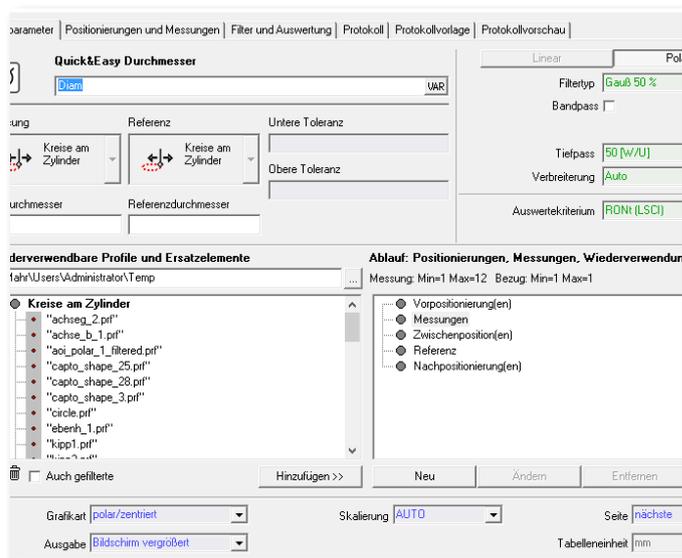
- Einfache Bedienung durch einen vergleichbaren Aufbau zum QE ROUNDNESS
- Ermittlung des Durchmessers aus Kreismessungen
- Ermittlung der Referenz aus Kreismessungen
- Außen- oder Innenmessungen
- Standardauswertung des Referenzkreises über LSC
- Auswerteverfahren für den zu bestimmenden Durchmesser: LSC, MZC, MIC oder MCC
- Fähige Messungen bei Durchmessertoleranzen von 20 µm
- Ausgabe von Referenzdurchmesser und Korrekturwert
- Freischaltung über Lizenz (Option: Bestell-Nr.: 5480190)

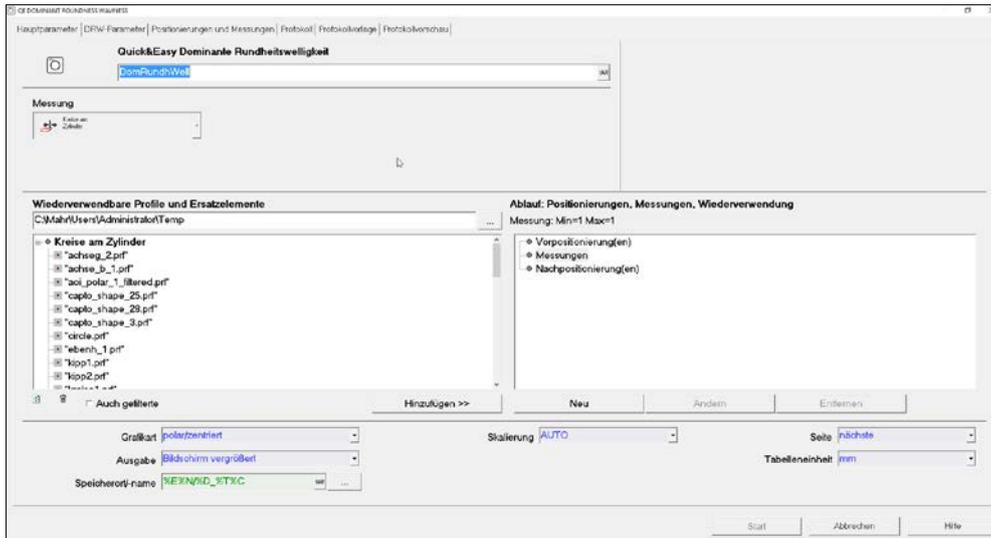
Mit der neuen Option Durchmessermessung und Durchmesserbewertung für die MarForm MMQ 400-2 und MarForm MMQ 200 erweitert sich der Leistungsumfang der Formmessgeräte um die Möglichkeit, aus kreisförmigen Profilen neben der Rundheitsabweichung auch die Durchmesserabweichung auszuwerten und zu dokumentieren. Dabei wird der Messtaster und die X-Achse der MarForm-Maschine über eine der Messung vorangehende Kalibriermessung auf diese Messaufgabe vorbereitet.



Durchmesserbewertung

Kalibriermessung und Durchmesserbewertung basieren auf zirkularen Messungen mit einer hohen Messpunktdichte von beispielsweise 3600 Punkten je 360 Grad. Durch die Berechnung des Referenzkreises LSC nach der Gauß-Methode wird eine hohe mathematische Reproduzierbarkeit sichergestellt.





QE Dominant Roundness Waviness

Die Software-Option „Dominante Rundheitswelligkeit“ basiert auf der DAIMLER-Werknorm MBN 10 455. Sie behandelt periodisch auftretende Welligkeiten in Rundheitsprofilen. Es wird in Anlehnung an die Dominante Welligkeitsauswertung von Tastschnittprofilen (VDA 2007) eine Auswertemethode beschrieben, die am Umfang vorhandene periodische dominante Ausprägungen selbst erkennt, über ein Rundheits-Welligkeitsprofil bewertet und daraus Kenngrößen ableitet.

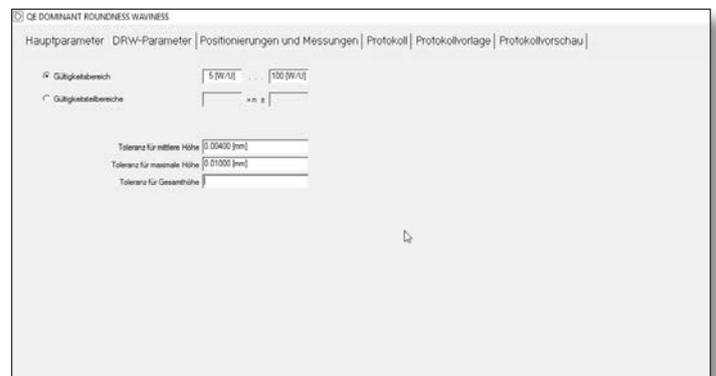
Weiterhin werden für diese Auswertung Toleranzvorgaben definiert, die in Abhängigkeit vom Funktionsfall leicht zu variieren sind.

Messwerterfassung und -verarbeitung

Die Dominante Rundheitswelligkeit ist ein softwarebasiertes Auswerteverfahren, das nach einer standardmäßigen Rundheitsmessung auf den Rohdatensatz (erfasste polare Umfangslinie) angewendet wird. Die nicht zur dominanten Ausprägung gehörenden kürzer- und längerwelligen Anteile sind über die Methode des Nullbandpasses eliminiert.

Messbedingungen:

- Anzahl der Messpunkte am Umfang ≥ 3600 Punkte (entspricht $0,1^\circ$ Messtakt)
 - Auswahl des Tastkugeldurchmessers nach VDI 2631-3“, Beispiel:
 - Erwartete max. Wellentiefe: 5 μm
 - $N = 500W/U$
 - Werkstückdurchmesser = 40 mm
 - Außenantastung
- max. möglicher Tastkugeldurchmesser = 1,3 mm
 → gewählt: 1mm Tastkugeldurchmesser

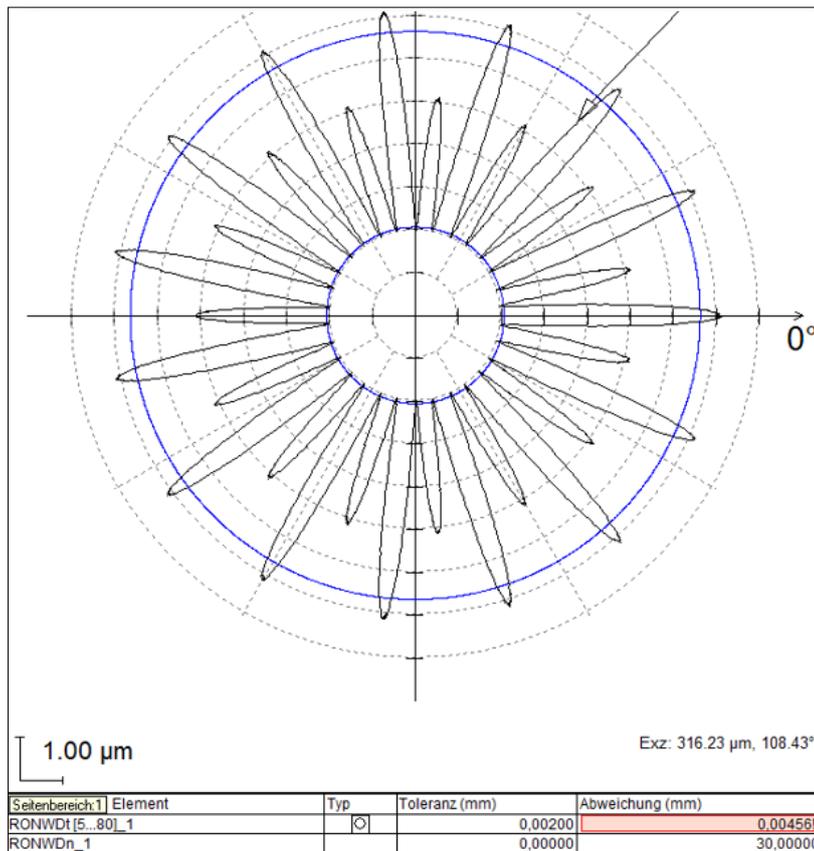


Einstellung Gültigkeitsbereich und Toleranz

Einsatzbereich

Das Auswerteverfahren der Dominanten Rundheitswelligkeit wird angewendet für zylindrische Bauteile bzw. Bauteilabschnitte, bei denen periodische Strukturen in Umfangsrichtung zu Funktionsbeeinträchtigungen führen. Dies betrifft vor allem Dichtflächen und Sitzflächen von Lagern auf wellenförmigen Bauteilen.

Strukturen, die sich in Umfangsrichtung periodisch entweder in Teilbereichen oder über den gesamten Umfang wiederholen (Rattermarken), sind für eine Vielzahl von Anwendungen funktionsschädlich. Je nach Funktionsfall und Funktionspartner sind die Auswirkungen, wie z. B. Geräuschbildung oder erhöhter Verschleiß, von der Anzahl der Strukturen am Umfang oder einem Vielfachen davon und von der Amplitude der Strukturen abhängig.



Auswertung und Protokollierung

Basis der Erkennung ist das Amplitudenspektrum des ungefilterten Rundheitsprofils, in dem jeder Ordnung (Wellenzahl am Umfang) eine entsprechende Amplitude zugeordnet ist. Im Amplitudenspektrum erfolgt die Prüfung auf Dominanz einer periodischen Ausprägung. Diese liegt dann vor, wenn fest definierte horizontale und vertikale Grenzkriterien erfüllt sind.

Die Kenngrößen der Dominanten Rundheitswelligkeit werden immer in Abhängigkeit vom vorgegebenen Gültigkeitsbereich bewertet. Die Kenngrößen lauten:

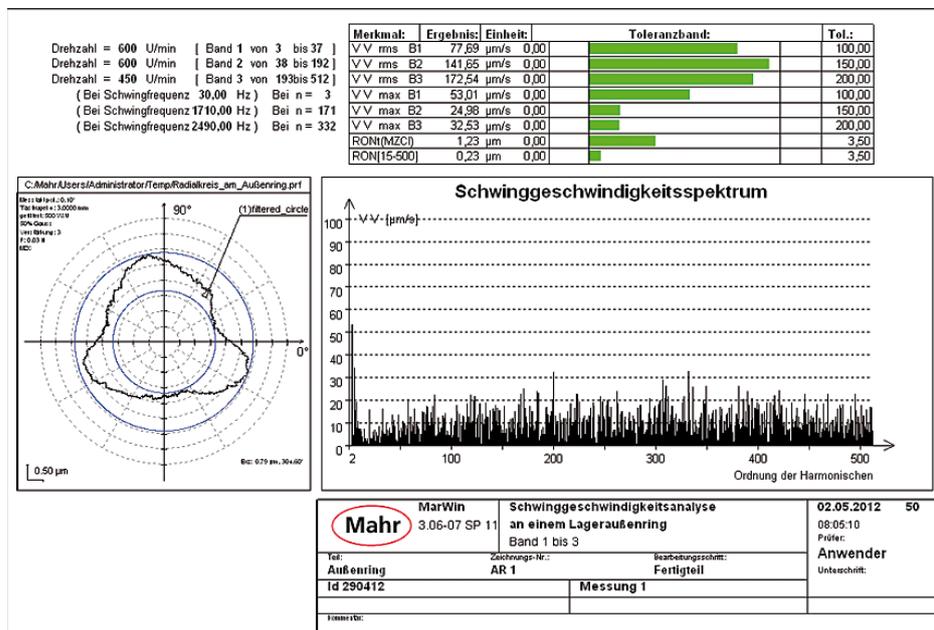
- RONWDc = Mittlere Höhe der Dominanten Rundheitswelligkeit
- RONWDt = Gesamthöhe der Dominanten Rundheitswelligkeit
- RONWDmax = Maximale Höhe der Dominanten Rundheitswelligkeit
- RONWDn = Wellenzahl der Dominanten Rundheitswelligkeit

Die Darstellung der Kenngrößen c, RONWDt, RONWDmax in Messprotokollen erfolgt immer im Zusammenhang mit dem Gültigkeitsbereich. Liegt die Dominanz außerhalb des Gültigkeitsbereichs, wird sie nicht zur Toleranzbetrachtung herangezogen. Als Ergebnis wird in diesem Fall 0D angegeben.

RONWDn wird immer mit dem ganzzahligen Wert in der vorhandenen Ausprägung ohne Gültigkeitsbereich ausgegeben.

MarWin

Software-Paket Schwinggeschwindigkeit für Wälzlagerkomponenten



Gefertigte Bauteile für Wälzlager sind nach dem Bearbeitungsprozess mit Rundheits- und Welligkeitsabweichungen von der Idealgeometrie behaftet. Insbesondere bei Komponenten für schnell drehende Lager (wie z. B. in Computer-Festplatten) können solche Abweichungen der Laufbahnen von der idealen glatten Kreisform zu Laufunruhe, Geräuschentwicklung und verringerter Lebensdauer durch erhöhten Verschleiß führen.

Daher ist es für Hersteller solcher Lager wichtig, die Einhaltung bestimmter Toleranzen für die Rundheitsabweichung und die Welligkeitsamplituden möglichst schon vor dem Zusammenbau der Lager an den einzelnen Komponenten prüfen zu können. Dazu bietet die Schwinggeschwindigkeitsanalyse sehr gute Möglichkeiten, da mit dieser Methode der Einfluss und die Auswirkung der Formabweichungen auf den Bauteilen, auf das spätere Verhalten der in sich drehenden fertig montierten Lagern, quantitativ und drehzahlabhängig vorhergesagt und bewertet werden kann.

Die Software ist lauffähig unter
EasyForm
AdvancedForm und
ProfessionalForm.

Es handelt sich um eine eigenständige reine Auswerte-Software, anwendbar auf zuvor mit den MarForm-Messmaschinen erfasste Rohprofile (vollständig geschlossene Radialkreise an Laufbahnen auf Mantelflächen oder geschlossene Plankreise auf Stirnflächen entsprechender Lagerkomponenten).

Bevor die Schwinggeschwindigkeitsanalyse an einer Wälzlagerkomponente durchgeführt wird, muss zunächst ein vollständiges und geschlossenes Kreisprofil (Vollkreis über 360° ohne Unterbrechungen) im Bereich der Laufbahn (normal zur Mantelfläche bzw. senkrecht zur Stirnfläche) auf einem MarForm-Messgerät gemessen werden. Die Achse der Lagerkomponente sollte zuvor mechanisch zur Drehachse des Messgerätes ausgerichtet worden sein.

Die Auswerte-Software der Option Schwinggeschwindigkeit berechnet entweder aus dem ungefilterten Rohprofil oder aus einem, gemäß der vom Anwender eingegebenen Filter-Grenzwellenzahl, bandbegrenzten Profil zunächst das zugehörige **Fourier-Amplitudenspektrum** (FFT-Analyse).

Durch Gewichtung (Multiplikation) jedes Terms dieses Spektrums mit der Ordnungszahl des Terms (entsprechend der zugehörigen Anzahl von Schwingungsperioden pro voller Umdrehung des Bauteils), mit der vom Anwender vorgegebenen fiktiven Drehfrequenz für diesen Term und mit einem weiteren festen Faktor, berechnet die Software daraus das so definierte zugehörige **Schwinggeschwindigkeitsspektrum**.

In jedem Protokollblatt werden, für drei Bänder des Spektrums mit frei wählbaren unteren und oberen Ordnungszahlen als Bandgrenzen, Kenngrößen aus den Termen des Spektrums berechnet und in einer Merkmalstabelle des Ergebnisprotokolls ausgegeben.

Diese Kenngrößen sind Wert und Ordnungszahl mit der maximalen Schwinggeschwindigkeit in jedem Band und die als RMS-Reihe (Root Mean Square) berechnete ‚Summe‘ der Schwinggeschwindigkeiten in diesem Band. Die RMS-Kenngrößen sind ein Maß für die in dem jeweiligen spektralen Band enthaltene Schwingungsenergie bei der späteren Drehbewegung der Lagerkomponente auf Grund der von den radialen bzw. axialen Formabweichungen der Laufbahn induzierten Hubbewegungen. Auf diese Weise sind Auswertungen mit bis zu 15 Bändern komfortabel möglich.

Komplette Parametersätze für fünf Laufbahntypen an Wälzkörper-Mantel (für Kugel, Zylinderrolle oder Kegelrolle), Lageraußenringmantel, Lagerinnenringmantel, Lagerinnenringbord und Rollenstirnfläche, sind vom Anwender voreinstellbar und jederzeit frei änderbar.

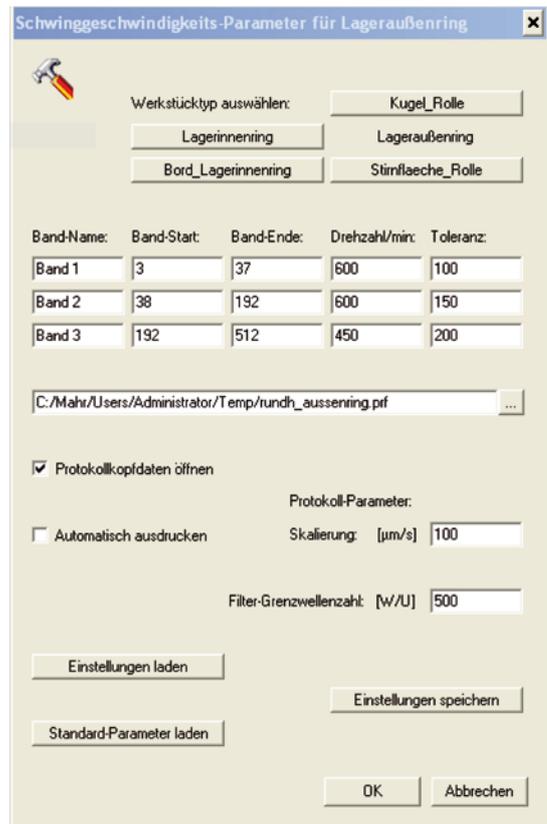
Diese **Parameter** umfassen jeweils:

- Bezeichnung und Bandgrenzen für drei spektrale Bewertungsbänder des Schwinggeschwindigkeitsspektrums
- Vorgabe einer fiktiven Drehzahl, individuell für jedes Band
- Vorgabe der Toleranz für die aufsummierten Schwinggeschwindigkeiten in jedem der drei Bänder

Diese Speicherplätze können wahlweise auch für die fünf häufigsten Bänder eingesetzt werden.

Zusätzlich kann eine **Filtergrenzwellenzahl** angegeben werden, mit der das gemessene Rohprofil vor der Berechnung des Schwinggeschwindigkeitsspektrums zu hohen Wellenzahlen hin bandbegrenzt werden kann.

Der Maximalwert der Geschwindigkeitsskala für die Darstellung des Spektrums in einem Diagramm auf dem Ergebnisprotokoll kann ebenfalls vom Anwender gewählt werden.



Jeder, der vom Anwender konfigurierten fünf Parametersätze, kann gespeichert und bei einer späteren Auswertung wieder geladen werden. Umschalten zwischen den Parametersätzen für die fünf Laufbahntypen ist jederzeit im **Eingabedialog** des gestarteten Programms der Option Schwinggeschwindigkeit möglich.

Für jeden Laufbahntyp kann zusätzlich nach Kundenvorgaben, einmalig durch Mahr, ein Standarddatensatz hinterlegt werden (bei der Inbetriebnahme der Software-Option), mit dem der Anwender bei Bedarf seine Parameter auf die spezifizierten Standardwerte zurück setzen kann.

MarWin

Software-Paket Drallmessung

Messwerterfassung

Die Dichtfläche einer Welle beeinflusst mit ihrer Oberflächenstruktur das Fließverhalten des abdichtenden Fluids und hat damit großen Einfluss auf die Dichtfunktion.

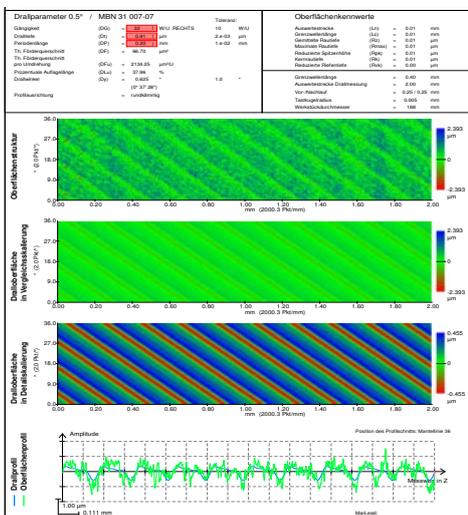
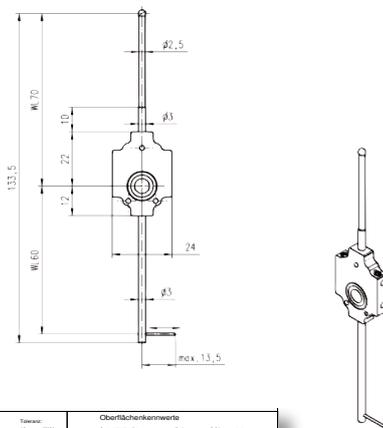
Eine Drallstruktur auf der Dichtfläche kann das Zusammenspiel von Wellenoberfläche, Fluid und Dichtlippenaufgabe stören und durch eine Förderwirkung Undichtheit erzeugen.

Drall ist eine über den gesamten Umfang auftretende Oberflächenprägung an rotationssymmetrischen Flächen. Die Auswertung des Makrodrall wird mit der Option Drallprüfung nach Mercedes Benz Norm 31007-7 durchgeführt.

Messung von n Mantellinien
(72 gemäß MB-Norm, MBN 31007-7)

Zur Messwerterfassung wird ein Tastarm für T7W verwendet, der mit zwei Tastelementen ausgestattet ist:

- Element # 1 mit HM-Kugel Ø 3 mm zum mechanischen Zentrieren und Kippen des Werkstückes auf dem Formtester MarForm
- Element # 2 mit Diamanttastspitze zur Messung der Drall- und Formparameter



Einsatzbereich

Außenmessung an Werkstückdurchmessern Ø = 2 bis 200 mm

Form- und Drallauswertung

- Form / Lageauswertung Konizität / Parallelität parallel zur Drallauswertung
- Form/Lage/Drallauswertung mehrerer Wellenzahlen

Auswertung und Protokollierung

Im Anschluss an die Messungen werden Messprotokolle mit folgenden Inhalten erzeugt:

Drallparameter

Als Kennwerte der Drallauswertung werden ermittelt:

- Gängigkeit DG (Wellen/Umfang)
- Periodenlänge DP (mm)
- Drallwinkel D γ (Grad)
- Drallrichtung
- Dralltiefe Dt (μ m)
- Förderquerschnitt DF (μ m²)
- Förderquerschnitt pro Umdrehung DFu (μ m²)
- Prozentuale Auflagefläche des RWDR Dlu (%)

Grafikausgabe

Die gemessenen Profile werden im Protokoll als Grafik ausgegeben. Dazu stehen Grafikausgabearten zur Verfügung:

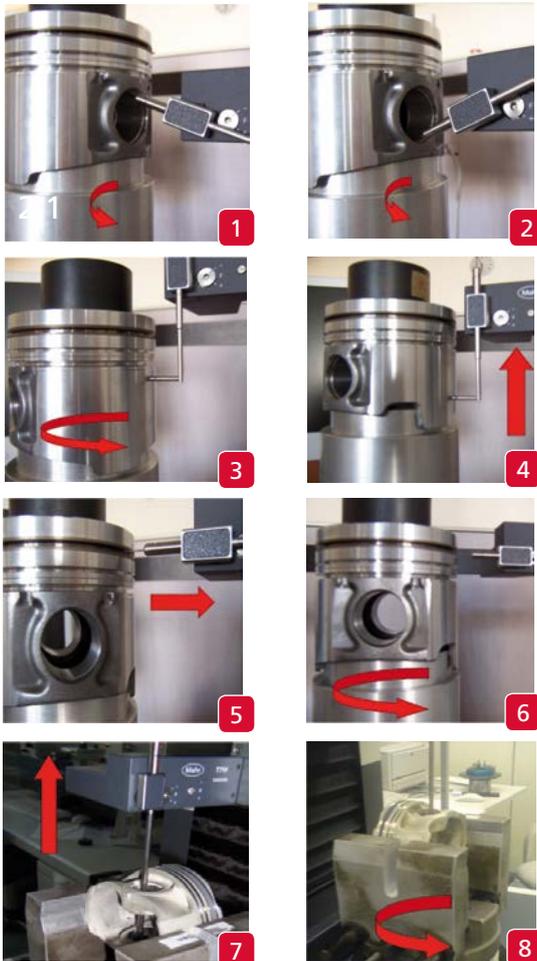
- 3D-Zylinder farbige, klassisch und abgewickelt
- Einzelmantelliniendarstellung als Geradheitsprofil zur Einzelbeurteilung von Form- und Lageparametern
- Amplitudenspektren der Streckenprofile in Balkengrafik

oder nach MBN 31007-7: 3D-Zylinderabwicklung, farbige,

- Oberflächenstruktur
- Dralloberfläche
- Darstellung des Oberflächenprofils und des Drallprofils

MarWin

Software-Paket Kolbenmessung



Messung der Kolbenaussenform

- Messung in der Bohrung**
 Um den Winkel zw. Ovalhauptachse und Bohrungsachse und den Messort für die Meridianmessungen zu finden, werden mehrere Teilkreismessungen im zylindrischen Teil der Bohrung durchgeführt. (Abb. 1 und Abb. 2)
- Messung der Ovalitätsform**
 Durch den Einsatz des Tasters 1 und der Drehachse des Formprüfgerätes erfolgt die Messung von 3 - 7 Radialkreisen in frei wählbaren Höhen im Werkstücks-Koordinatensystem (Abb. 3).
- Messung der Meridianform**
 In Bezug zur Bohrungsachse findet intern eine Messortbestimmung statt, an welcher die beiden Meridianmessungen durchgeführt werden (Abb. 4).

Messung der Kolbennut

Mit dem zweiten Tastelement des Tasters 1 erfolgt die Messung der Nut. Hierbei werden Radialstrecken und Plankreise in den 3 Nutflanken gemessen (Abb. 5, 6).

Messung der Kolbenbolzenbohrung

Um Formmessungen der Bohrung mit einem Formmessgerät durchführen zu können, wird eine spezielle Aufspannung benötigt. Diese muss vom Kunden bereitgestellt werden. Für die Messung kommt Taster 2 zum Einsatz.

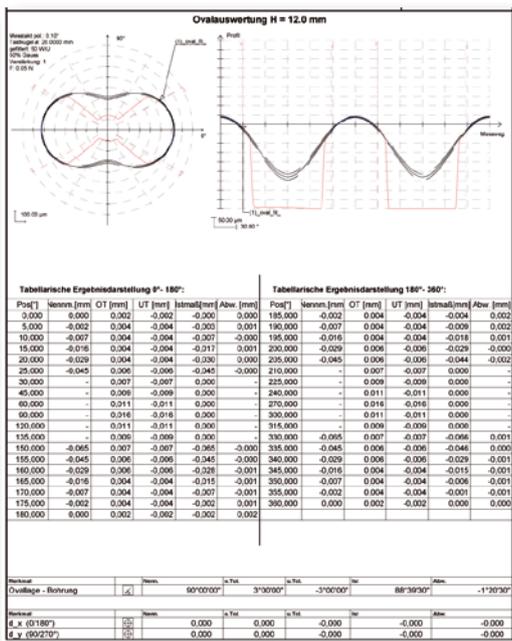
Messung der Bohrungsform (linear) (Abb. 7)

Messung der Bohrungsform (polar) (Abb. 8)

Die Messung und Auswertung der Ovalitäts- und Meridianmessung findet in einem separaten Messprogramm statt.

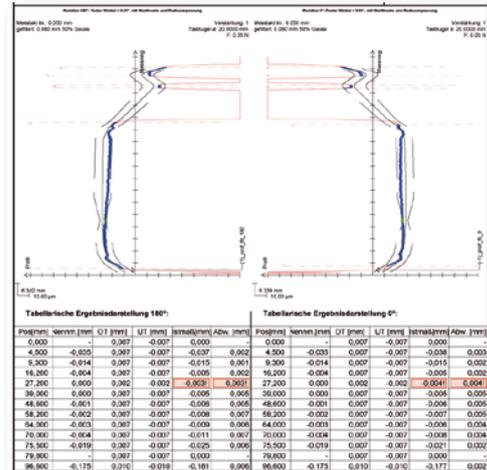
Auswertung der Ovalitätsform

- Toleranzbandauswertung (Ovalitätseinzüge) in beliebigem Abstand [°]
- Winkel zwischen Ovalhauptachse und Bohrungsachse in der Messhöhe
- Bestimmung des Kopfversatzes in X und Y (Angabe des Versatzes eines Ovals zur Kolbenachse)
- Die Darstellung kann auch auf 2 Seiten ausgegeben werden. Hierbei wird der graphische Teil von dem tabellari-schen Teil getrennt
- Durch einen Formfaktor kann die graphische Darstellung der Toleranzbandauswertung beliebig aufgeweitet werden
- Das erzeugte und ausgegebene Messprotokoll kann zusätzlich als Bilddatei gesichert werden



Auswertung der Meridianform

- Toleranzbandauswertung (Lineareinzüge) in beliebiger Höhe [mm]
- Die Darstellung kann auch auf 2 Seiten ausgegeben werden. Hierbei wird der graphische Teil von dem tabellarischen Teil getrennt.
- Durch einen Formfaktor kann die graphische Darstellung der Toleranzbandauswertung beliebig aufgeweitet werden.
- Das erzeugte und ausgegebene Messprotokoll kann zusätzlich als Bilddatei gesichert werden.

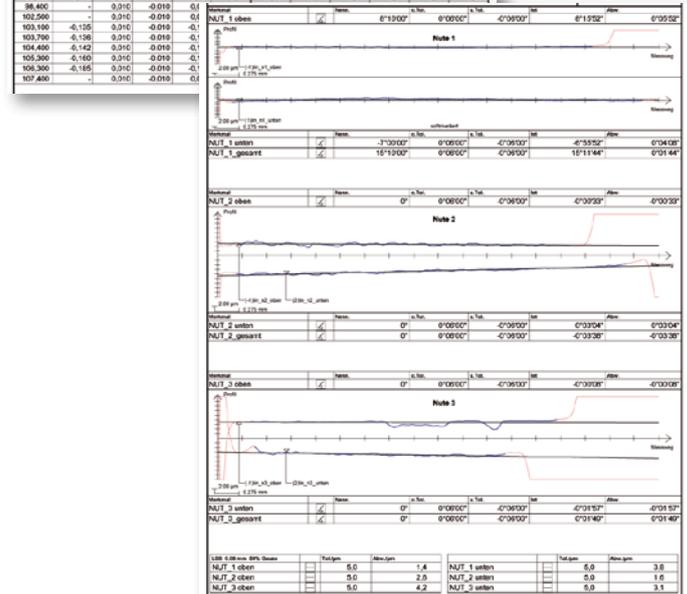


Auswertung der Nutmessung

Die Messung und Auswertung der Nutmessung findet in einem separaten Messprogramm statt.

Auswertung der Radialstrecken

- Winkel zw. Profil und Referenzebene
- Gesamtwinkel zwischen der oberen und der unteren Flanke
- Geradheit der gemessenen Radialstrecken
- Es können auch weniger als drei Nuten gemessen und ausgewertet werden.



Auswertung der Plankreise

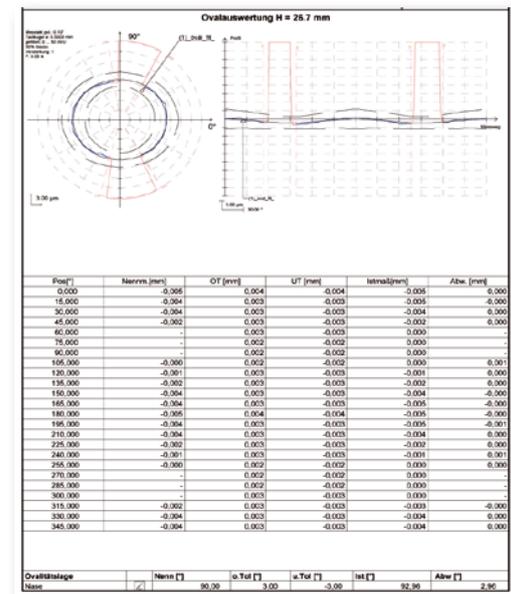
- Ebenheit der Profile mit dem Filter 0 - 50 [W/U]
- Ebenheit der Profile mit dem Filter 15 - 150 [W/U]
- Es können auch weniger als drei Nuten gemessen und ausgewertet werden.

Auswertung der Kolbenbolzenbohrung

Die Messung und Auswertung der Kolbenbolzenbohrung findet in einem separaten Messprogramm statt.

Auswertung der Kolbenbolzenbohrung (linear)

- Toleranzbandauswertung (Lineareinzüge) in beliebiger Höhe [mm]
- Die Darstellung kann auch auf 2 Seiten ausgegeben werden. Hierbei wird der graphische Teil von dem tabellarischen Teil getrennt
- Durch einen Formfaktor kann die graphische Darstellung der Toleranzbandauswertung beliebig aufgeweitet werden



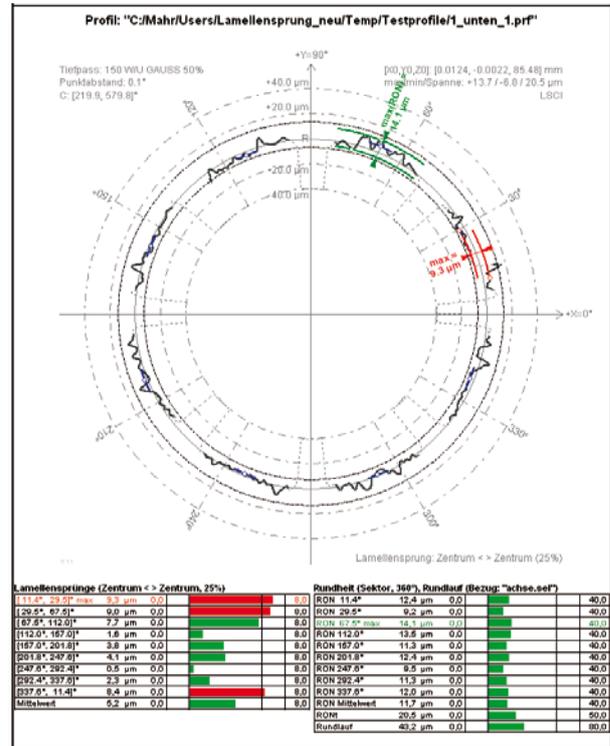
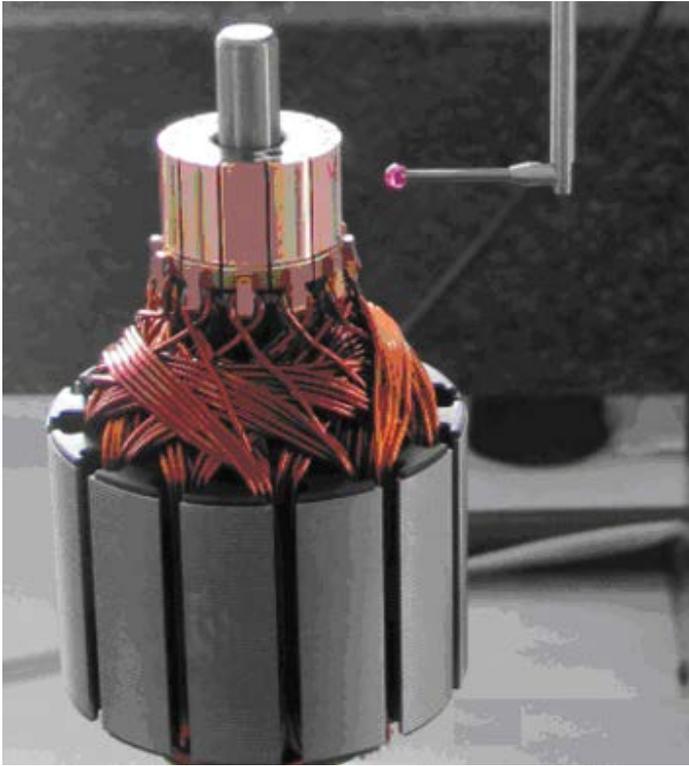
Auswertung der Kolbenbolzenbohrung (polar)

- Toleranzbandauswertung (Ovalitätseinzüge) in beliebigem Abstand [°]
- Die Verdrehung der Bohrungs-Ovalachse zur Position des Drehtisches
- Die Darstellung kann auch auf 2 Seiten ausgegeben werden. Hierbei wird der graphische Teil von dem tabellarischen Teil getrennt.
- Durch einen Formfaktor kann die graphische Darstellung der Toleranzbandauswertung beliebig aufgeweitet werden.

Das erzeugte und ausgegebene Messprotokoll kann zusätzlich als Bilddatei gesichert werden.

MarWin

Software-Paket Kommutatorenauswertung



Als Lamellensprung bezeichnet man die Höhendifferenz der verschiedenen Lamellensegmente an einem Kommutator. Dieser Lamellensprung ist mit verantwortlich für den Abrieb der Kohlebürsten und für das Bürstenfeuer in einem Elektromotor.

Mit Hilfe dieses Softwarepaketes ist es möglich, Rundheitsmessungen von MarForm Messmaschinen mit der Auswertesoftware MarWin auf den Lamellensprung hin zu untersuchen und zu bewerten.

Es gibt vier Berechnungsverfahren für die Beurteilung zweier benachbarter Lamellen (größter Segmentsprung):

1. Segmentsprung: Segmentmitte

Differenz zwischen den Radien zu den jeweiligen Zentren zweier benachbarter Lamellen;
 optional können die Zentren zu Bereichen vergrößert werden durch eine Angabe ihrer Größe in Prozent von der Lamellenbreite; über diesen Bereich werden dann alle Radien gemittelt.

2. Segmentsprung: max./min. Radius

Differenz zwischen den jeweils größten und kleinsten Radien zweier benachbarter Lamellen

3. Segmentsprung: Differenz der max. Radien

Differenz zwischen den jeweils größten Radien zweier benachbarter Lamellen

4. Segmentsprung: Segmentende – Segmentanfang

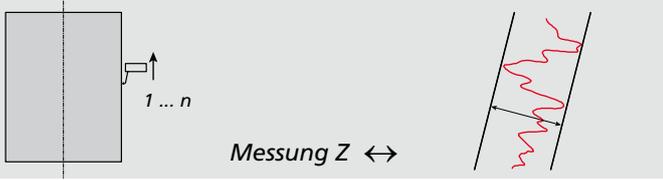
Differenz zwischen den Radien am Ende und am Beginn zweier benachbarter Lamellen;
 optional können Ende und Beginn jeweils zu einem Bereich vergrößert werden durch eine Angabe ihrer Größe in Prozent von der Lamellenbreite; über diese Bereiche werden dann jeweils alle Radien gemittelt.

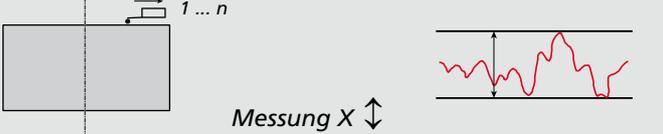
Als Ergebnis werden die Werte der einzelnen Segmentsprünge sowie deren Mittelwert ausgewertet. Dokumentiert werden zusätzlich die Kommutator – Formabweichungen (Einzelrundheiten, deren Mittelwert, Gesamtrundheit) und der Rundlauf.

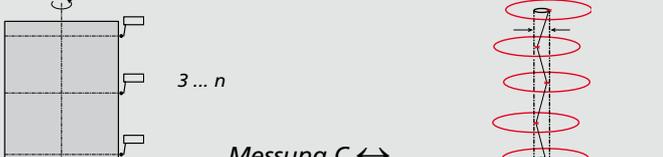
MarWin

Messtrategien

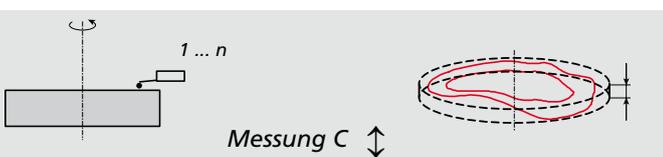
— Geradheit (auch abschnittsweise)

Messung Z ↔ 

Messung X ↔ 

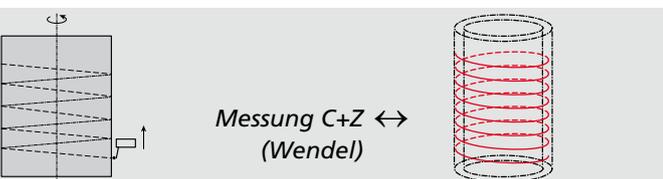
Messung C ↔ 

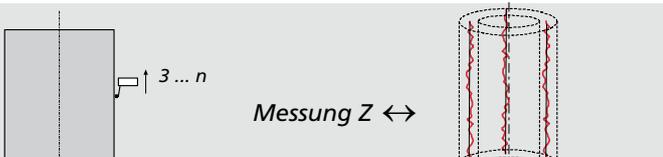
▭ Ebenheit

Messung C ↔ 

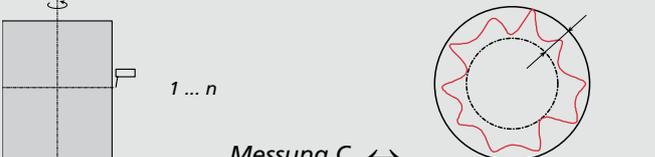
⊓ Zylindrizität

Messung C ↔ 

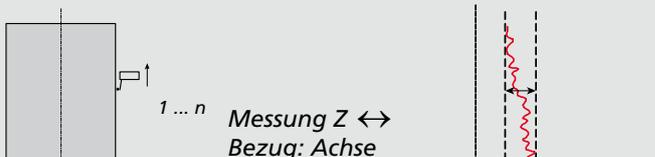
Messung C+Z ↔ (Wendel) 

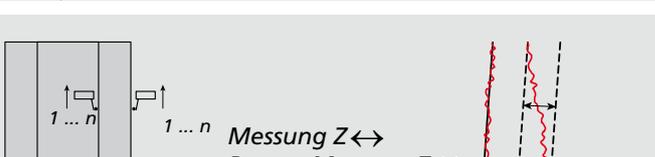
Messung Z ↔ 

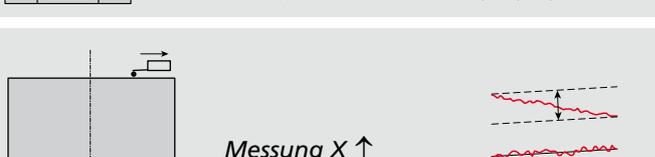
○ Rundheit

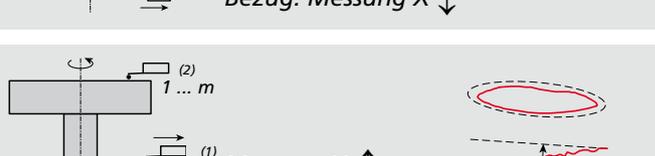
Messung C ↔ 

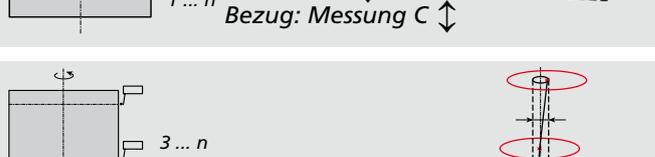
// Parallelität

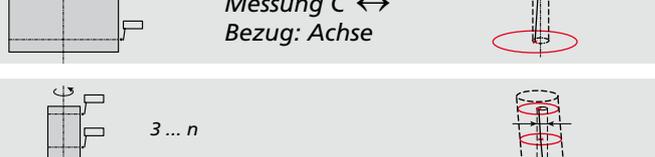
Messung Z ↔
Bezug: Achse 

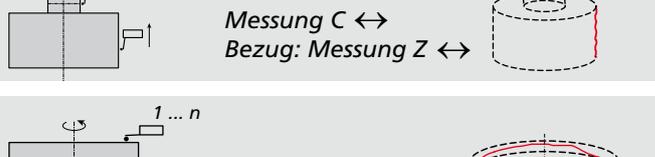
Messung Z ↔
Bezug: Messung Z ↔ 

Messung X ↔
Bezug: Messung X ↔ 

Messung X ↔
Bezug: Messung C ↔ 

Messung C ↔
Bezug: Achse 

Messung C ↔
Bezug: Messung Z ↔ 

Messung C ↔
Bezug: Messung C ↔ 

⊥ Rechtwinkligkeit

Messung Z \leftrightarrow
Bezug: Messung X \updownarrow

Messung Z \leftrightarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung X \updownarrow
Bezug: Achse

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung Z \leftrightarrow

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung C \updownarrow
Bezug: Messung Z \leftrightarrow

Messung C \updownarrow
Bezug: Messung C \leftrightarrow

Messung C \leftrightarrow
(Zylinderachse)
Bezug: Messung C \updownarrow

∠ Neigung

Messung Z \leftrightarrow
Bezug: Messung X \updownarrow

Messung Z \leftrightarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung Z \leftrightarrow
oder Bezug: Achse

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung X \updownarrow

Messung X \updownarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung C \updownarrow
Bezug: Messung Z \leftrightarrow
oder Bezug: Achse

Messung C \updownarrow
Bezug: Messung X \updownarrow

Messung C \updownarrow
Bezug: Messung C \updownarrow

Messung Z \leftrightarrow
Bezug: Messung Z \leftrightarrow
oder Bezug: Achse

↗ Lauf

Rundlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

Planlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

◎ Konzentrität und Koaxialität

Konzentrität
 Messung C ↔
 Bezug: Messung C ↔

Koaxialität
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

↗ Gesamtlauf

Gesamtrundlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

Gesamtplanlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

Gesamtrundlauf
 Messung Z ↔
 Bezug: Achse

⚡ Kegelform

Messung C ↔

Messung C+Z (Wendel) ↔

∇ Konizität

Messung Z ↔
 Bezug: Achse

Messung Z ↔
 Bezug: Messung Z ↔

Messung X ↔
 Bezug: Messung X ↔

⊙ Winkelsektor

Rundheit
 Messung C ↔

Ebenheit
 Messung C ↔

Rundlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

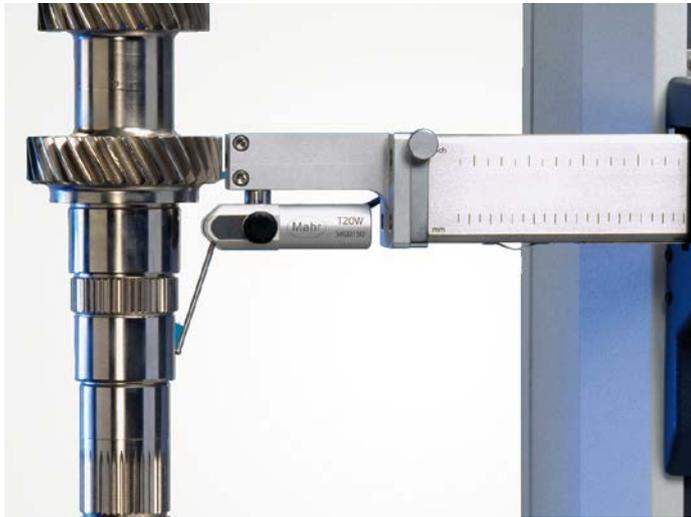
Planlauf
 Messung C ↔
 Bezug: Achse

Hinweis: Messungen mit Wendel optional.

MarForm

Zubehör Taster

Durch Zubehör zur optimalen Lösung



Taster T20W

Der induktiv arbeitende Messtaster **T20W** ist universell einsetzbar.

Durch den im Bereich von 190°-winkelbeweglichen Tastarm und die verschiedenen Einspannmöglichkeiten des Tasters kann auch an schwer zugänglichen Stellen gemessen werden. Um den Taster den jeweiligen Messaufgaben oder Werkstücken anzupassen, können Sie leicht auswechselbare Tastarme mit verschiedenen Messeinsätzen kombinieren.

Messtaster T20W mit winkelbeweglichem Tastarm 190°

- Messbereich $\pm 1000 \mu\text{m}$
- Messkraft einstellbar von 0,01 N bis 0,12 N
- Messrichtung umschaltbar
- Tastarm wechselbar
- Freihubbegrenzung in Antastrichtung einstellbar
- Einspannschaft $\varnothing 8 \text{ mm}$

Best.-Nr. 5400151 für MMQ 400

Tastarme für Messtaster T20W

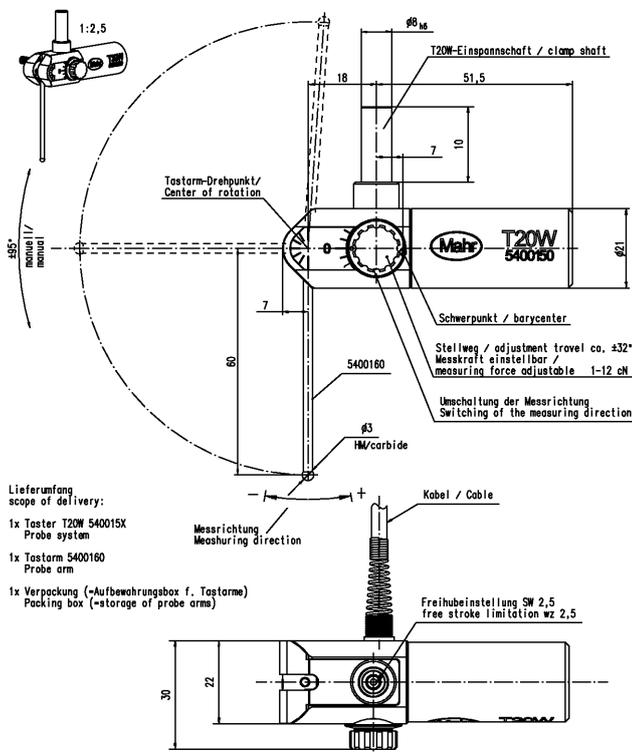
Tastarm 60 mm $\varnothing 1,0$; M2i längs	5400161
Tastarm 60 mm $\varnothing 3$	5400160
Tastarm 60 mm $\varnothing 1,0$; M2i quer	5400163
Tastarm 60 mm $\varnothing 1,0$; M2i längs; Schaft $\varnothing 0,8 \text{ L}=30 \text{ mm}$	5400170
Tastarm 120 mm $\varnothing 1,0$; M2i längs	5400162
Tastarm 120 mm $\varnothing 1,0$; M2i quer	5400164
Tastarm 160 mm $\varnothing 1,0$; M2i quer CFK	5400165
Tastarm 200 mm $\varnothing 1,0$; M2i quer CFK	5400166
Tastarm 250 mm $\varnothing 1,0$; M2i quer CFK	5400167

Sternastarm-Set für T20W

Basis für Mehrfachastarme, mit einem Tastarmträger und zwei vertikal und einem horizontal einsetzbaren Tastarm, mit zwei Messeinsätzen: $\varnothing 1 \text{ mm}$ Rubin, $\text{L}=10 \text{ mm}$ und einem Messeinsatz $\varnothing 1 \text{ mm}$ Rubin $\text{L}=20 \text{ mm}$

Messeinsätze M2a

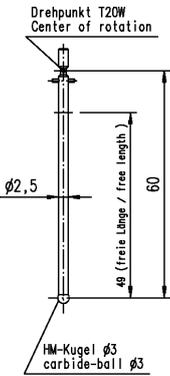
Messeinsatz Teflon $\varnothing 3 \text{ mm}$, M2	5400169
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 0,3 \text{ mm}$ Rubin	4662093
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ Rubin	4662090
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 1,0 \text{ mm}$ Rubin	3016272
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 1,5 \text{ mm}$ Rubin	8154125
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 3,0 \text{ mm}$ Rubin	8154398
Messeinsatz $\text{L}=20 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 5,0 \text{ mm}$ Rubin	8159402
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 1,0 \text{ mm}$ Hartmetall	8162168
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 1,5 \text{ mm}$ Hartmetall	8049415
Messeinsatz $\text{L}=10 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 2,0 \text{ mm}$ Hartmetall	8162164
Messeinsatz $\text{L}=20 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 3,0 \text{ mm}$ Hartmetall	8159618
Messeinsatz $\text{L}=20 \text{ mm}$, Kugel- $\varnothing 5,0 \text{ mm}$ Hartmetall	8049416
Stiftschlüssel für Taststifte / Messeinsätze	5440192



Tastarme für Messtaster T20W

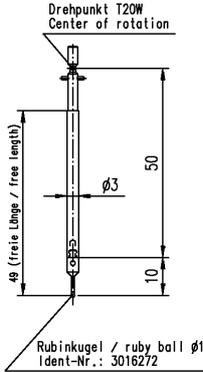
Ident-Nr.: 5400160

FT0002-0100.000



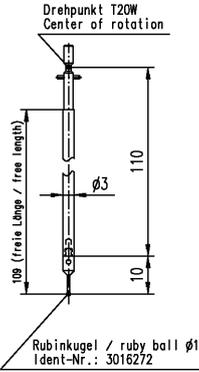
Ident-Nr.: 5400161

FT0002-0300.000



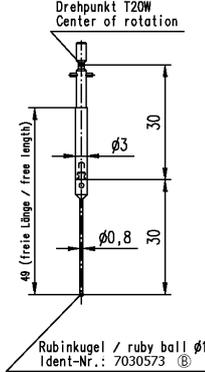
Ident-Nr.: 5400162

FT0002-0350.000



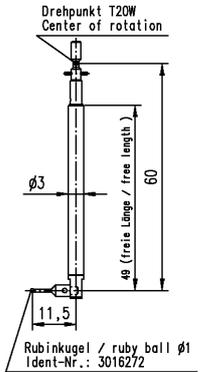
Ident-Nr.: 5400170

FT0002-0380.000



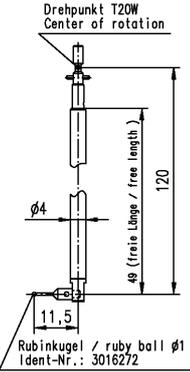
Ident-Nr.: 5400163

FT0002-0200.000



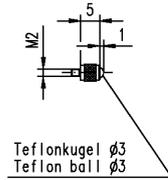
Ident-Nr.: 5400164

FT0002-0250.000



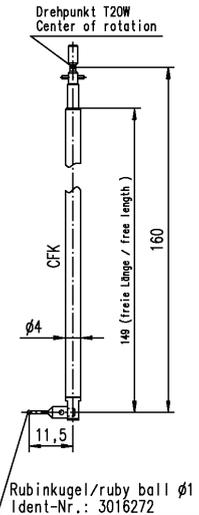
Ident-Nr.: 5400169

FT0002-0700.000



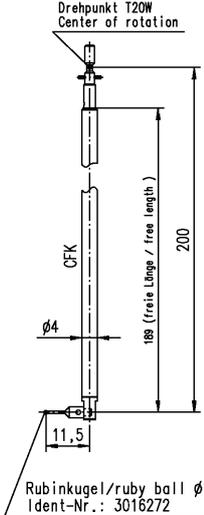
Ident-Nr.: 5400165

FT0002-0400.000



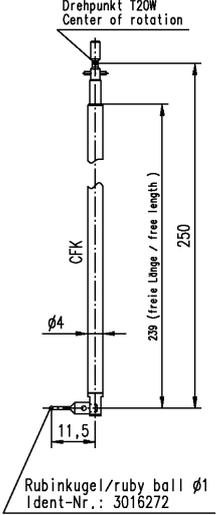
Ident-Nr.: 5400166

FT0002-0500.000



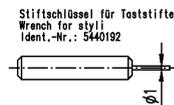
Ident-Nr.: 5400167

FT0002-0600.000

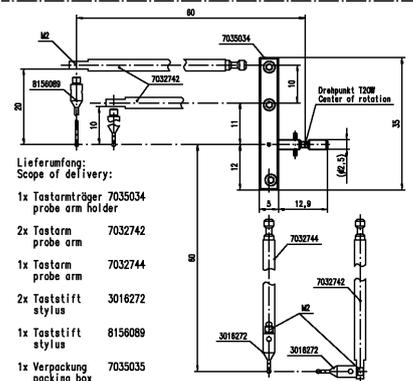


Taststifte / Stylus M2

Ident-Nr.	Kugel-ø [mm] ball-ø [mm]	Material	Wirklänge [mm] operation length [mm]
4662093	0,3	Rubin/ruby	10
4662090	0,5	Rubin/ruby	10
3016272	1,0	Rubin/ruby	10
8156089	1,0	Rubin/ruby	20
8154125	1,5	Rubin/ruby	10
8154398	3,0	Rubin/ruby	10
8159402	5,0	Rubin/ruby	20
8162168	1,0	HM/carbide	10
8049415	1,5	HM/carbide	10
8162164	2,0	HM/carbide	10
8159618	3,0	HM/carbide	20
8049416	5,0	HM/carbide	20



Ident-Nr.: 5400168

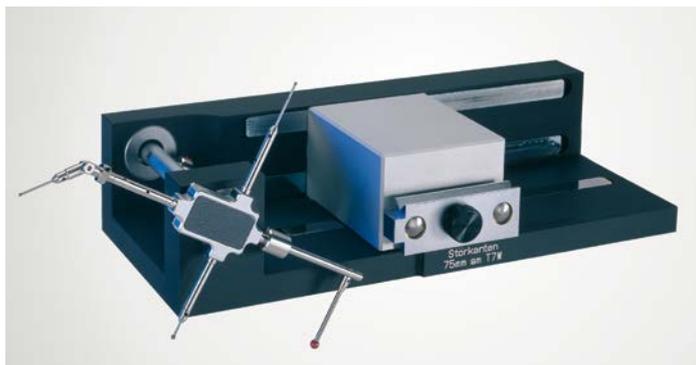


- Lieferumfang:
Scope of delivery:
- 1x Tastarmträger 7035034 probe arm holder
 - 2x Tastarm 7032742 probe arm
 - 1x Tastarm 7032744 probe arm
 - 2x Taststift 3016272 stylus
 - 1x Taststift 8156089 stylus
 - 1x Verpackung 7035035 packing box

MarForm

Zubehör Taster

Durch Zubehör zur optimalen Lösung



Vorrichtung zum Auswiegen von Tastarmen



Taster T7W motorisch

Der **Messtaster T7W** ist mit einer motorischen Drehachse ausgestattet. Sie erlaubt es, den Tastarm graduell in die jeweils gewünschte Antastposition zu bringen. Damit sind Messungen an zylindrischen Oberflächen ebenso möglich wie auf Stirnflächen. Als Nullagentaster ist der **T7W** darüber hinaus in der Lage, ohne Bedieneingriff zwischen Innen- und Außenmessungen oder auch zwischen Stirnflächenmessungen von oben und unten automatisch zu wechseln. Vollautomatische Messabläufe an komplexen Werkstücken können ohne Bedieneingriffe durchgeführt werden. Die Tastarme des **T7W** sind auswechselbar. Durch seine motorische Drehachse lassen sich auch sogenannte Sterntastarme - d. h. Tastarme mit verschiedenen Antastelementen - aufbauen, so dass innerhalb eines Messlaufes zwischen unterschiedlichen Tastkugelgeometrien gewechselt werden kann.

Messtaster T7W motorisch mit winkelbeweglichem Tastarm 360° für MMQ 400 und MMQ 400 CNC

Gesamtbereich	2000 µm
Nullagentasterarbeitsbereich	± 500 µm
Messkraft	einstellbar von 0,01 N bis 0,2 N
Beidseitige Messrichtung	
Antastwinkel	frei wählbar in 1°-Schritten 360° motorisch ansteuerbar
Tastarme	einfach wechselbar (Magnethalterung)
Flexible Sterntaster	möglich
Mechanische und elektrische Überlastsicherung	
Vorrichtung zum Auswiegen von Tastarmen	

Zubehör Taster T7W motorisch

Tastarmbaukasten für T7W Best.-Nr. 5400221
Im Aufbewahrungskoffer, bestehend aus:

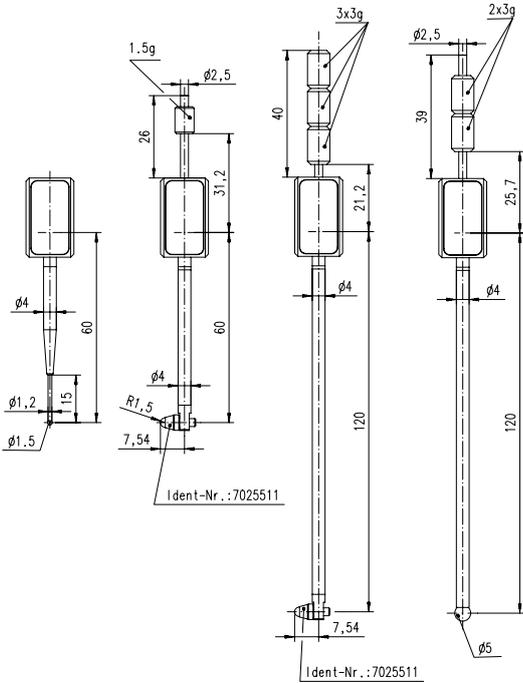
Vorrichtung zum Auswiegen von Tastarmen	Sechskant-Schraubendreher SW 1,5 / SW 0,9
Taststift Ø 0,5/L=20 mm/M2a	Drehstück M2 achsmittig
Taststift Ø 1,0/L=20 mm/M2a	Stiftschlüssel 1,0
Taststift Ø 1,0/L=15 mm/M2a	Taststifthalter M2i quer
Taststift Ø 1,5/L=10 mm/M2a	Taststifthalter M2i axial
Taststift Ø 3,0/L=10 mm/M2a	Taststifteinsatz M2i quer
Taststift Ø 3,0/L=25 mm/M2a	Aufnahme 2x M2i quer
Gewichte: 0,5 gr/1,0 gr/1,0 gr/1,5 gr/2,0 gr/3,0 gr/5,0 gr/10,0 gr	Führung
Tastarm L=15 mm 2x M2	Stellelement
Taststiftverlängerung 10 mm/M2	
Taststiftverlängerung 20 mm/M2	
Taststiftverlängerung 30 mm/M2	
Taststiftverlängerung 40 mm/M2	
Dreh-Schwenk-Gelenk M2	

Tastarme für Messtaster T7W

Tastarmset für T7W

bestehend aus je einem Tastarm 5400225, 5400226, 5400229 und 5400230

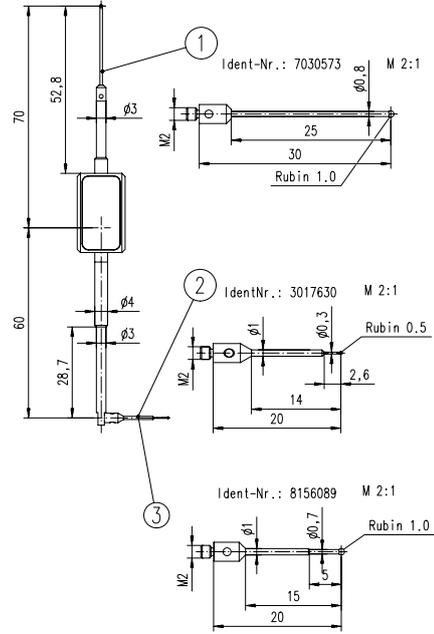
Best.-Nr. 5400211



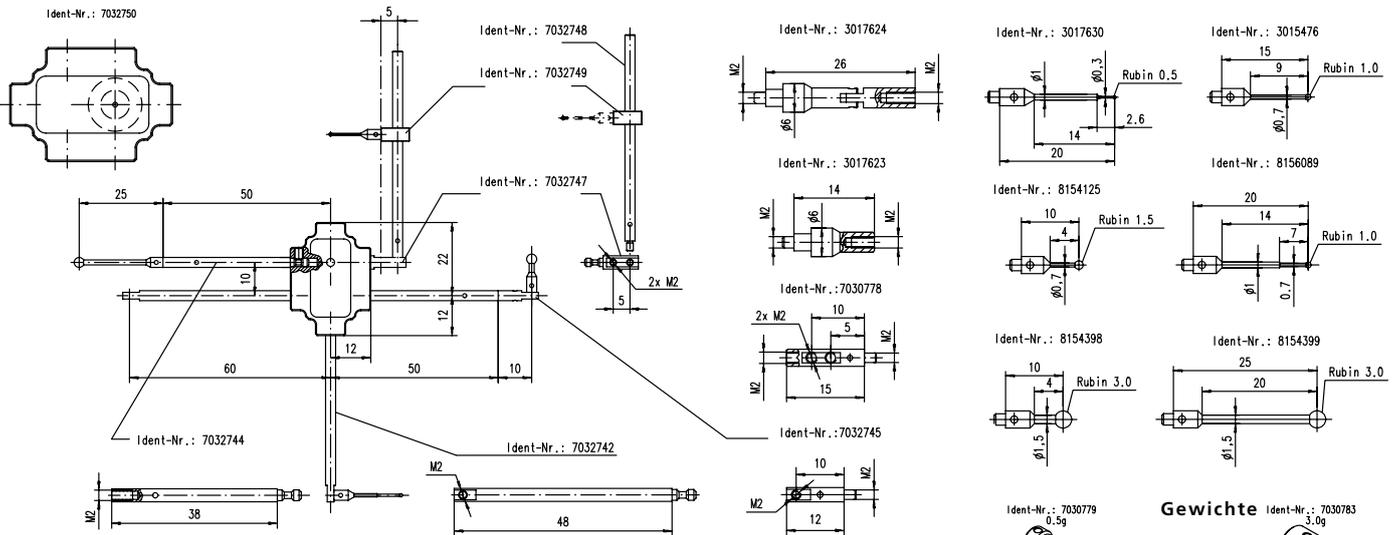
Tastarmset # 2 für T7W

zum Messen kleiner Werkstücke, bestehend aus einem Tastarmträger und drei auswechselbaren Messeinsätzen M2

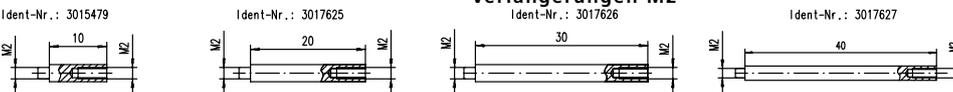
Best.-Nr. 5400220



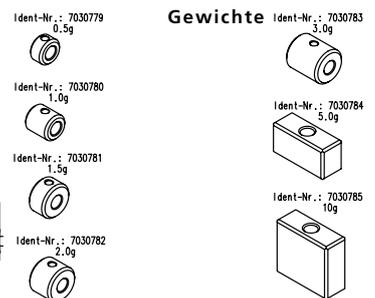
Taststifte M2



Verlängerungen M2



Gewichte



MarForm

Zubehör

Spannmittel



Dreibackenfutter mit 3 Backen Ø 100 mm mit Befestigungsflansch Ø 160 mm, umkehrbare Backen für Außen- und Innenspannung. Spannbereich außen 1-100 mm, innen 36-90 mm. Gesamthöhe mit Flansch 47 mm. Verstellung über Drehring.

Best.-Nr. 6710620

Kranzspannfutter mit 8 Backen Ø 150 mm mit Befestigungsflansch Ø 198 mm, getrennte Backen für Außen- und Innenspannung. Spannbereich außen 1-152 mm, innen 24-155 mm. Gesamthöhe mit Flansch 52 mm. Nicht einsetzbar für Formtester MMQ 10/ MMQ 100.

Best.-Nr. 6710518

Dreibackenfutter, Ø 110 mm mit Befestigungsflansch Ø 164 mm, Spannbereich außen 3-100 mm, innen 33-100 mm. Gesamthöhe mit Flansch 73 mm.

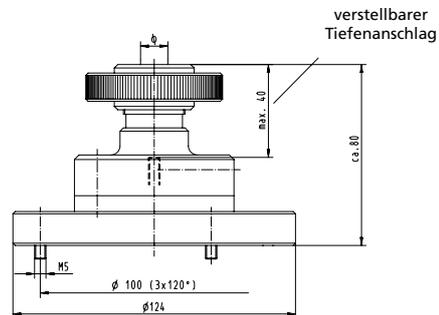
Best.-Nr. 6710629 (ohne Abb.)

Dreibackenfutter, Ø 80 mm mit Befestigungsflansch Ø 124 mm, Spannbereich außen bis 2-78 mm, innen 26-80 mm. Gesamthöhe mit Flansch 65,5 mm. Verstellung über T-Schlüssel.

Best.-Nr. 9032206



Für Spannzangen: Typ 407 E



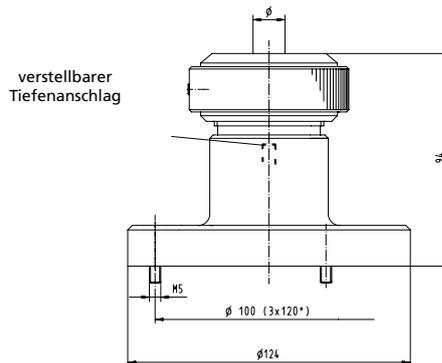
Spannzangen-Schnellspannvorrichtung

Ø 1-12 mm mit Befestigungsflansch Ø 124 mm, für Außenspannung

Geliefert mit Spannzangen von Ø 1 mm bis Ø 8 mm, um 0,5 mm gestuft. Gesamthöhe 80 mm

Weitere Spannzangenvorrichtungen auf Anfrage

Für Spannzangen: Typ 444 E



Spannzangen-Schnellspannvorrichtung

Ø 2-25 mm mit Befestigungsflansch Ø 124 mm, für Außenspannung.

Geliefert mit Zangenständer, jedoch ohne Spannzangen. Gesamthöhe 94 mm.

Weitere Spannzangenvorrichtungen auf Anfrage.

Spannscheiben

Spannscheiben-Satz.

Verstellbarer Werkstückanschlag zum Vorzentrieren und Spannen bei Reihenmessungen.

Für Spanndurchmesser 36 mm bis 232 mm, je nach Maschinentyp.

Bestehend aus zwei Anschlagsscheiben mit Langloch und einer Exzenter-Spannscheibe.

Best.-Nr. 6850808

Spannpratzen

2 Stück. Mit Befestigungsgewinde M5. Spannhöhe 40 mm.

Best.-Nr. 6710628

Weitere werkstückspezifische Spannmittel auf Anfrage.

Gerätetische, sonstiges Zubehör



Gerätetisch für MMQ 400

Größe: 1150 mm x 750 mm x 720 mm (L x B x H)
Wir empfehlen, den Arbeitstisch 5440708 zusätzlich zu diesem Gerätetisch einzusetzen (im Foto unten links).

Best.-Nr. 5440701

Arbeitstisch für MMQ 400

Größe: 1200 mm x 800 mm x 720 mm (L x B x H)
Mit Halterung für PC-Einheit
Zum Einsatz zusätzlich zum Gerätetisch 5440701 oder 5440707 (im Foto unten rechts abgebildet)

Best.-Nr. 5440708



Messkabine für MarForm MMQ 400

(MMQ 400 Typ A mit Z = 350 mm und MMQ 400 Typ B mit Z = 500 mm)
als Steharbeitsplatz mit integriertem Touchscreen-Monitor mit geregelterm, pneumatischem Schwingungsisolierungssystem.

Bestell-Nr. 5400302

Gerätetisch für MMQ 400

Größe (L x B x H):
1000 mm x 800 mm x 700 mm
Mit passivem geregelterm Schwingungsisolierungssystem und Granitplatte.
Gewicht 450 kg.
Anschluß G1/4
Verbrauch ca. 10 l/min.

Bestell-Nr. 9049028



Wir empfehlen, den Arbeitstisch 5440708 zusätzlich zu diesem Gerätetisch einzusetzen.

MarForm

Zubehör Prüf- und Kalibriernormale

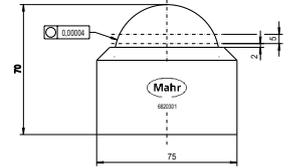
Rundheitsnormal - hochgenaue Glashalbkugel

Prüfen der Messspindel-Rundlaufgenauigkeit.
Kalibrieren der Empfindlichkeit der Signalübertragungskette.
Zur Prüfung der radialen Drehführungsabweichung (C-Achse).

Durchmesser \varnothing ca. 55 mm
Rundheitsabweichung $\leq 0,04 \mu\text{m}$
Masse ca. 1,8 kg



Rundheitsnormal
ohne Kalibrierschein
DKD-Kalibrierschein
Mahr-Kalibrierschein



Best.-Nr. 6820300
Best.-Nr. 9964115
Best.-Nr. 9964307

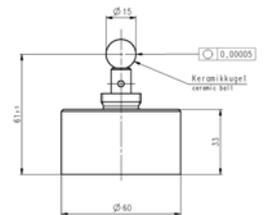
Keramisches Rundheitsnormal - hochgenaue Messkugel

Prüfen der Messspindel-Rundlaufgenauigkeit.
Kalibrieren der Empfindlichkeit der Signalübertragungskette.
Zur Prüfung der radialen Drehführungsabweichung (C-Achse).

Durchmesser \varnothing ca. 13 mm
Rundheitsabweichung $\leq 0,05 \mu\text{m}$



Rundheitsnormal
ohne Kalibrierschein
DKD-Kalibrierschein
Mahr-Kalibrierschein



Best.-Nr. 540013
Best.-Nr. 9964115
Best.-Nr. 9964307

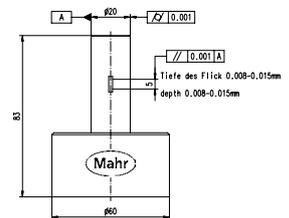
Vergrößerungsnormal für Tischformtester

Mit einem Vergrößerungsnormal.
Zur Überprüfung der Signalverstärkung an einem Zylinder mit einer abgeflachten Fläche.

Durchmesser \varnothing 20 mm
Länge 50 mm
Abflachung ca. $10 \mu\text{m}$
Zylinderformabweichung $\leq 1 \mu\text{m}$
Masse ca. 0,4 kg



Vergrößerungsnormal
ohne Kalibrierschein
DAkS / DKD Kalibrierschein
Mahr Kalibrierschein



Best.-Nr. 5400147
Best.-Nr. 9964148
Best.-Nr. 9964311

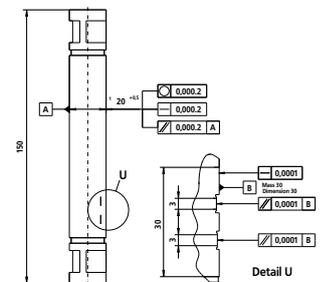
Universalprüfzylinder - hochgenauer Prüfzylinder

Mit zwei Vergrößerungsnormalen.
Zur Überprüfung der Vertikalführung.
Zwei Flächen zur Kalibrierung der Signalübertragungskette und zum Test der Messbeständigkeit.

Kalibrierung der Empfindlichkeit der Signalübertragungskette.
Zur Prüfung der Geradheit und Parallelität der Achsen.
Durchmesser \varnothing 20 mm
Länge 150 mm
Abflachungen ca. 4 und 12 μm
Rundheitsabweichung (Zyl.) $\leq 0,2 \mu\text{m}$
Geradheitsabweichung (Zyl.) $\leq 0,2 \mu\text{m}$
Parallelitätsabweichung (Zyl.) $\leq 0,2 \mu\text{m}$
Masse ca. 0,4 kg



Universalprüfzylinder
inkl. DAkS / DKD Kalibrierschein
inkl. Mahr Kalibrierschein



Best.-Nr. 5400143
Best.-Nr. 5400140

Ebenheitsnormal - Planglasplatte



Prüfen und Justieren der Horizontalmesseinrichtung.
Prüfung der axialen Drehführungsabweichung.
Prüfung der Geradheit der Linearführung.



Planglasplatte
ohne Kalibrierschein
inkl. DAkks / DKD-Kalibrierschein
Mahr-Kalibrierschein

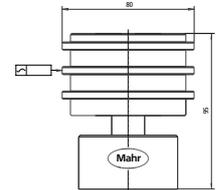
Best.-Nr. 6820210
Best.-Nr. 9964321
Best.-Nr. 9964310

Durchmesser \varnothing 150 mm
Ebenheitsabweichung 0,2 μ m
Masse ca. 2 kg

Mehrwellennormal



Dynamisches Prüfen der Signalverstärkung.
Kalibrierung der Empfindlichkeit der Signalübertragungskette.
Kalibrierung der vertikalen und horizontalen Profilkomponenten.
Prüfung von Filtern/ Fourieranalyse.



Mehrwellennormal
ohne Kalibrierschein
DAkks / DKD-Kalibrierschein
Mahr-Kalibrierschein

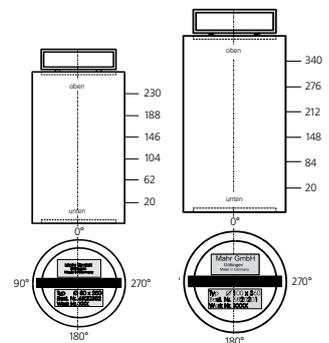
Best.-Nr. 5400142
Best.-Nr. 9964149
Best.-Nr. 9964312

Durchmesser \varnothing 80 mm
Sinusförmige Wellen am Außendurchmesser 15, 50, 150, 500 W/U
Masse ca. 2,3 kg

Geradheitsnormale - Kontrollsäulen



Prüfen und Justieren der Vertikalführung zur Messspindelachse.
Zur Prüfung der Geradheit der Linienführungen.
Zur Prüfung der Parallelität.



Kontrollsäule
Typ 1: 80 mm
inkl. DAkks / DKD-Kalibrierschein
inkl. Mahr-Kalibrierschein
Typ 2: 100 mm
inkl. DAkks / DKD-Kalibrierschein
inkl. Mahr-Kalibrierschein

Best.-Nr. 6820204
Best.-Nr. 6820202
Best.-Nr. 6820206
Best.-Nr. 6820201

Typ 1: 80 mm Kontrollsäule
Durchmesser \varnothing 80 mm
Länge 250 mm
Zylinderformabweichung max. 1 μ m
Rundheitsabweichung < 0,7 μ m
Masse ca. 11,5 kg

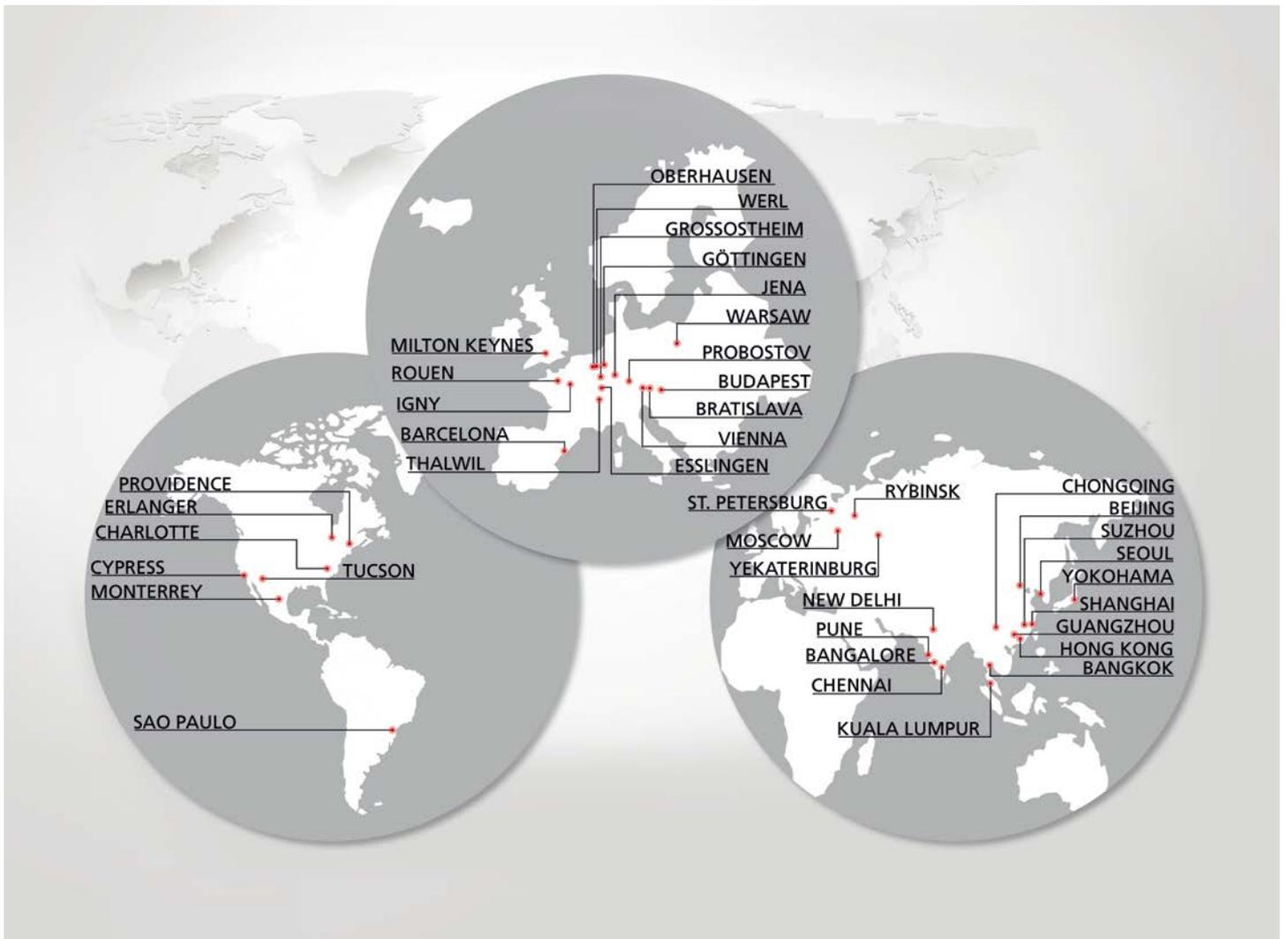
Typ 2: 100 mm Kontrollsäule
Durchmesser \varnothing 100 mm
Länge 360 mm
Zylinderformabweichung max. 1 μ m
Rundheitsabweichung < 0,7 μ m
Masse ca. 13 kg

Kunden Master

Zum Prüfen, Justieren und Kalibrieren der Messeinrichtung.
Ohne Umrüstarbeiten können Sie eigene Messobjekte/
Werkstücke als Meister/Normal verwenden, die vom Mahr-
Kalibrierlabor mit Kalibrierscheinen versehen sind.

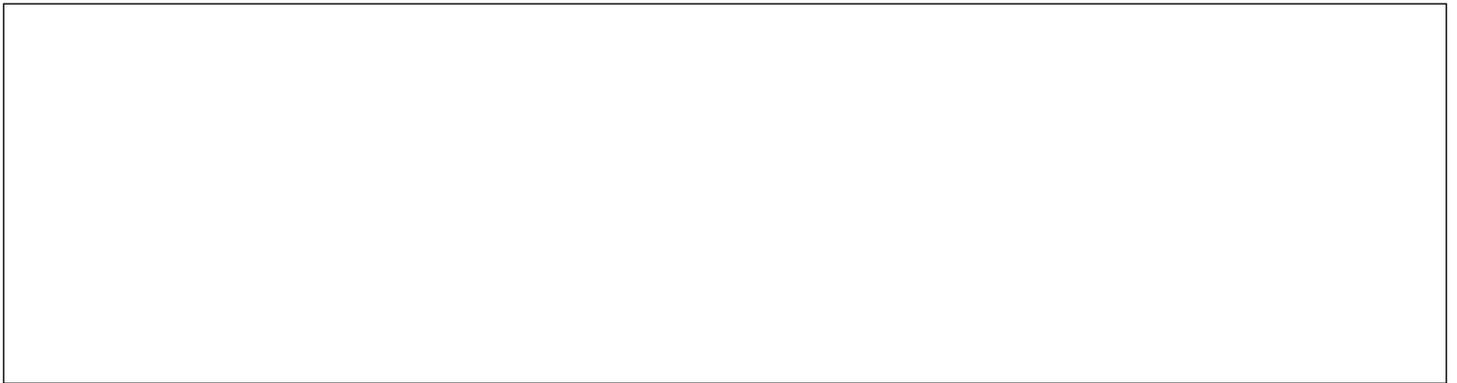
DAkks / DKD-Kalibrierschein für
Kunden-Master
Mahr-Kalibrierschein für
Kunden-Master

Best.-Nr. 9964313
Best.-Nr. 9964314



Partner von Fertigungsbetrieben weltweit.

In der **Nähe** unserer Kunden.



- 0 +



EXACTLY

Mahr GmbH
 Carl-Mahr-Straße 1, 37073 Göttingen
 Reutlinger Str. 48, 73728 Esslingen
 Telefon +49 551 7073-800, Fax +49 551 7073-888



© Mahr GmbH
 Änderungen an unseren Erzeugnissen, besonders aufgrund technischer Verbesserungen und Weiterentwicklungen, müssen wir uns vorbehalten. Alle Abbildungen und Zahlenangaben usw. sind daher ohne Gewähr.

info@mahr.de, www.mahr.de

3760592 | 04.2019