TECHNISCHE FACHZEITSCHRIFT FÜR DIE DREHTEILE-INDUSTRIE

Fachverlag Möller | Neustraße 163 | 42553 Velbert | Tel.: 02053/98125-11 | 30. Jahrgang | März/April 2018 | G 12192 | 2/2018

DREHTEIL + DREHMASCHINE

Sonderdruck

Effiziente und fortschrittliche Methoden zur Messraumverlagerung an die Produktionsanlage

Autor: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Betriebswirt Gunter Ketterer

Universelles Längen, Durchmesser-, Rund- und Planlauf-, Kontur- und Rauheitsprüfgerät für die produktionsbegleitende Qualitätskontrolle mit Laserintegration

Effiziente und fortschrittliche Methoden zur Messraumverlagerung an die Produktionsanlage

Autor: Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Ing. Betriebswirt Gunter Ketterer

Bild 1:
Universelles Längen, Durchmesser-, Rund- und Planlauf-, Kontur- und Rauheitsprüfgerät für die produktionsbegleitende Qualitätskontrolle mit Laserintegration

Kurzfassung

Effizienzsteigerung durch produktionsbegleitende aber auch werkstattgerechte universelle Messtechnik ist der Wunsch jedes Industrie- und Fertigungsbetriebes. Wenn dann die Hauptkriterien eines Fertigungsteiles noch in Sekundenschnelle durch den Maschinenbediener gemessen werden können, wird die QS wieder zum produktionssteigernden Bereich. Zusammen mit den universellen, modular austauschbaren Messmodulen der Firma Ke-Ma-Tec GmbH in Kombination mit den Möglichkeiten von Industrie 4.0 verlagert sich der Messraum direkt an die Produktionsstätte (Bild 1, 2).

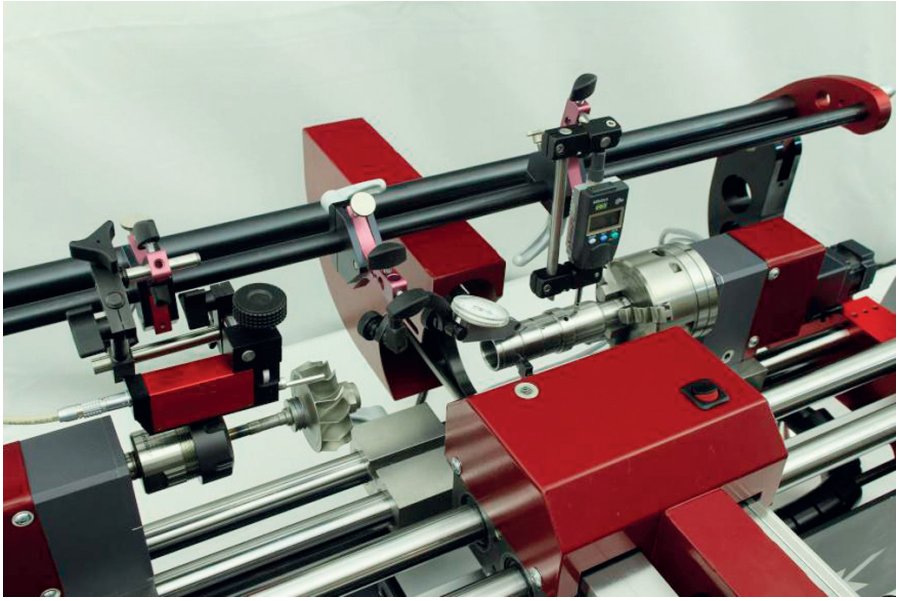


Bild 2:
Detailausschnitt

Stand der Technik – Zukunftsperspektiven

Heutzutage werden die Produktions- und Fertigungskosten mit deutlich erkennbarer Tendenz durch:

- höhere Investitionen in der Qualitätssicherung und
- zunehmende Personalkosten für speziell im QS-Management ausgebildete Fachkräfte und Ingenieure

bestimmt.

Lagen diese Kosten in der Vergangenheit noch in einem aus unternehmerischer Sicht vertretbaren finanziellen Rahmen, werden heute deutlich erhöhte Anforderungen an eine moderne Produktionsumgebung und QS-Landschaft gestellt. Obwohl in vielen Fällen die Gewinnmargen in den Zulieferer- und Fertigungsbetrieben aufgrund eines starken Wettbewerbs und preisgetriebener Verkaufsverhandlungen zurückgehen, wird zur Sicherstellung einer fehlerfreien Teile-, Komponenten- oder Systemlieferung das Qualitätsmanagement mit modernsten, technologisch hochwertigsten Mess- und Prüfgeräten ausgestattet.

Immer mehr werden die Fertigungsbetriebe von ihren Endkunden zu einer Null-Fehler-Strategie im Rahmen von TQM gezwungen.

Die Endabnehmer sind kaum mehr bereit die dafür notwendig gewordenen drastisch anwachsenden Zusatzkosten zur Sicherstellung einer Null-Fehler Produktion zu übernehmen. Das Thema „0 ppm“ wird vertraglich in die Hände der produzierenden Industrie und Zulieferer gelegt.
Die Folge ist, dass aufgrund erhöhter qualitativer Anforderungen sowie den damit vertraglich fixierten und ständig verschärften Gewährleistungs- sowie Haftungsrisiken die Hersteller zu hohen Investitionen greifen, damit die Einhaltung höchster qualitativer Standards im QM sichergestellt werden kann. Dabei wird der Messraum immer mehr zum zentralen Dreh- und Angelpunkt und schlussendlich auch zum „Bottleneck“ sowie zum finanziellen Sorgenkind eines Unternehmens.
Die Folge der kapazitiven Engpässe im Messraum sind:

- erhöhte Warte- und Maschinenstillstandzeiten mit
- daraus resultierendem Lieferschwierigkeiten und -verzug sowie
- einer nicht mehr kalkulierbaren Explosion der Zusatzkosten.

Müsste man nicht in der QS wieder den konsequenten Weg des „downsizings“ auf ein sinnvolles Niveau gehen, um im internationalen Wettbewerb überhaupt bestehen zu können?
Muss man wirklich die Qualitätssicherungsmaßnahmen bis auf die Spitze treiben oder gibt es effektivere Methoden und wirtschaftlich gesehen sinnvollere Abläufe?
Mit dem vorhandenem Personal in der Fertigung unter Verwendung werkstattorientierter, modularer Messtechnik können wichtige Hauptkriterien eines Fertigungsteiles kostenbewusst, schnell und effektiv vor Ort neben der Fertigungsmaschine messtechnisch erfasst, ausgewertet und protokolliert werden. Im Zeitalter von Industrie 4.0 können diese im Produktionsbereich gewonnenen Ergebnisse und Daten unmittelbar an Mensch und Maschine weitergeleitet und die notwendig gewordenen Korrekturschritte automatisiert in die Fertigungs- und Produktionsanlagen direkt ohne Zeitverlust im Produktionstakt in Form von adaptiven Korrekturwerten eingespeist werden.
Warum den Umweg über den Messraum gehen, wenn gewisse Hauptkriterien direkt im Produktionsablauf an definierten Messinseln vermessen und dort analysiert werden können und bereits über Gut- oder Schlechtteile entschieden werden kann. Dies heißt so viel, dass die klimatisierten und teilweise in Reinraumqualität ausgestatteten Messräume nur noch für spezielle hoch anspruchsvolle und ultragenaue Messaufgaben bzw. nur für stichprobenartige Kontrollen eingesetzt werden müssen, so dass messtechnische Engpässe sowie lange Warte- und Maschinenstillstandzeiten deutlich verringert werden können.
Es ist bekannt, dass z.B. bei Drehteilen speziell Längen-, Einstichmaße, Bohrungsabstände und Winkelbezüge, Innen- und Außendurchmesser sowie Rundlaufmerkmale eine der relevantesten Maße in der QS sind, gefolgt von Rundheitsanforderungen, Achsversatz, Zylindrizität, Koaxialität, Parallelität und Rauheit.
Könnten diese Messungen schnell und sicher durchgeführt werden, würden im Vorfeld durch eine „Werkerselbstkontrolle“ messtechnische und qualitätsentscheidende Resultate wieder direkt und verstärkt außerhalb des Messraums an den Ort des Geschehens, d.h. direkt an die Produktionsstelle verlagert werden. Eine deutliche Steigerung der Effizienz und Wirtschaftlichkeit wären die Folge.
Somit besteht die anspruchsvolle Herausforderung darin, werkstattorientierte und praxisnahe sowie einfach zu bedienende, hochflexible und modular aufgebaute Messgeräte für die raue Werkstattumgebung zu entwickeln und dem Markt anzubieten.
Diese universell einsetz- und kombinierbaren Mess- und Prüfmodule sollten aufgrund der großen Teilevielfalt eines Produktionsbetriebes in kürzester Zeit, sprich innerhalb weniger Sekunden / Minuten in Form eines Baukastens auf ständig

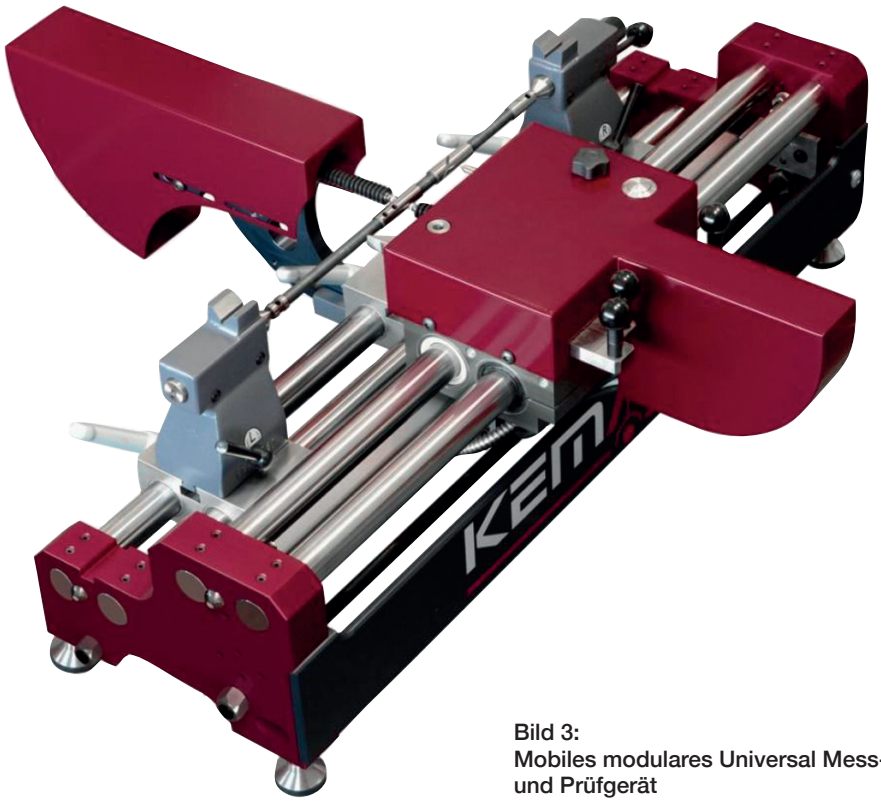


Bild 3:
Mobiles modulares Universal Mess- und Prüfgerät

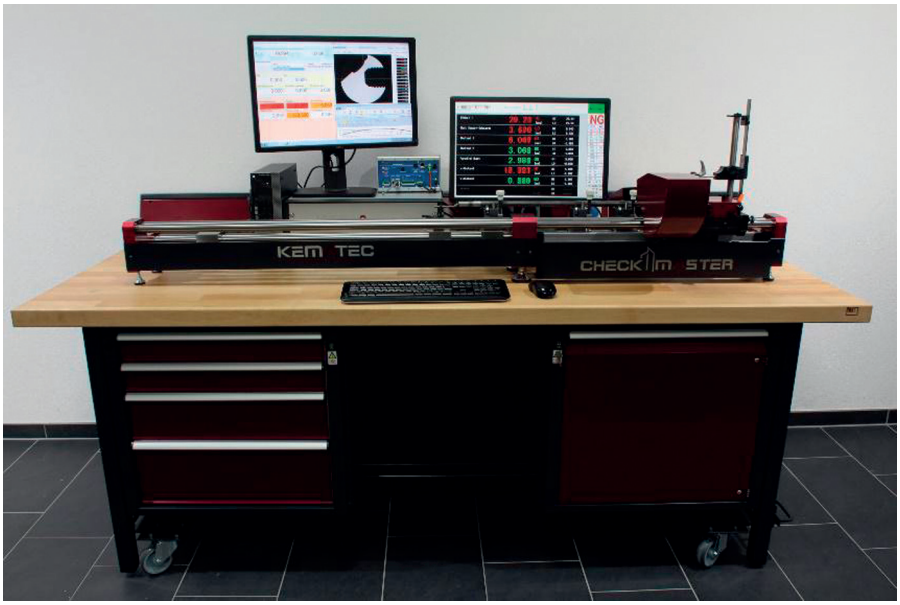


Bild 4: Mobiles Universalmessgerät für Längen, Durchmesser-, Rund- und Planlauf- sowie Kontur- und Rauheitsprüfung für die produktionsbegleitende Werkerselbstkontrolle

wechselnde Prüfanforderungen sicher und einfach umrüstbar sein. Gemäß den cpk-Anforderungen müssen die eingesetzten Prüfgeräte die notwendig gewordenen Messgenauigkeitsklassen zum einen erfüllen, zum anderen aber auch investitionsmäßig in einem vertretbaren Rahmen liegen, so dass die Duplizierung der Mess- und Prüfausstattung auf andere Fertigungsinseln aus wirtschaftlichen Gründen möglich wird.

Entwicklungen, Realisierungen und Highlights

Die Firma Ke-Ma-Tec GmbH aus Bad Dürrheim hat in vielen Schritten diese Umsetzung aus seinen jahrzehntelangen praxisbezogenen Erfahrungen vorgenommen und die von Anwendern und aus der Fertigungspraxis heraus gewonnenen Erkenntnisse bei seinen MODULAREN UNIVERSAL MESS- und PRÜFGERÄTEN KEMACHECK kontinuierlich umgesetzt und verwirklicht.

Für diese Art werkstattgerechter Qualitätskontrolle können mit KEMACHECK innerhalb einer Gerätefamilie folgende Hauptmerkmale in Sekundenschnelle und ohne Programmieraufwand vor Ort am Produktionsort vermessen werden (Bilder 1-11):

- Längen, Einstiche und Abstände an Innen und Außenkonturen
- Bohrungsabstände und Winkelversatz
- Winkelbezüge (z.B. Querbohrungen, gefräste Flächen, Nockenstellungen)
- Innen-/Außendurchmesser sowohl taktil als auch optisch (z.B. Kamera, Laser, Interferometrie)
- Rundlauf, Rundheit und exzentrischen Geometrien mit winkelsekundengenauer Auflösung
- Zylindrizität, Koaxialität, Parallelität, Konturen
- Bauteildicke, Wandungsstärke
- Rauheitsmessung und
- Materialanalyse (eingeschlossene Risse, Lunker, Materialgefügeveränderungen)

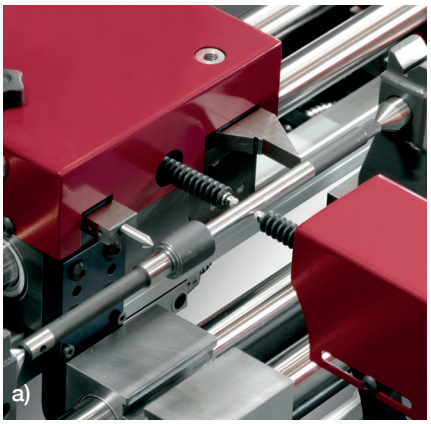
Hierzu dienen:

- Taktile Präzisionsmessschieber und Tastköpfe mit integrierten hochauflösenden inkrementellen / absoluten Linear-Messsystemen
- Ultra-Präzisionsspindelsysteme mit hochauflösenden inkrementellen Encoder-Messsystemen
- Laser- und Kameratechnik
- Weißlichtinterferometrie im NANO-Meter Bereich
- Sensoren und Tastsysteme für die Rauheitsmessung und
- Wirbelstromtechnik

Aus dem Modulbaukasten der KEMACHECK wurde eine Gerätefamilie entwickelt, die die vorgenannten Anforderungen erfüllt und im Folgenden dargestellt sind (s. Bilder 1-11).

Mit KEMACHECK misst man bereits – wenn andere noch programmieren und die entsprechenden Teile zum Prüfen einrichten oder vor dem Messraum Schlange stehen!

Der Einsatz der optimalen Teileaufnahme, sei es zwischen Spitzen, Hohlkörner, in Prismen oder auf



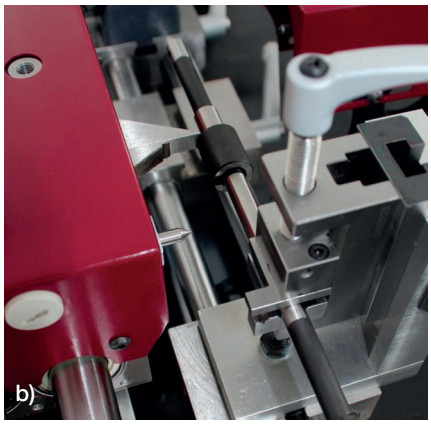


Bild 5a, b:
Messgerätefamilie – Taktiler Durchmesserprüfmodul, Messschieberpaar für die Längen- und Abstandsmessung, Bohrungsmessschieber
a) Teileaufnahme zwischen Spitzen oder
b) im höhenverstellbaren Prismenspannstock

höhenverstellbaren Präzisionsrollenmodulen mit einstellbarer Spitzenhöhe ergibt sich aus der vorgegebenen Messaufgabe. Die dafür notwendige Module können in wenigen Sekunden auf- und abgebaut werden oder direkt in den Messbereich eingeschoben werden (s. Bild 5a, b).
KEMACHECK verlangt keine messtechnischen Spezial- und/oder Programmierkenntnisse und kann von jeder Person innerhalb kürzester Zeit problemlos bedient werden.
Die Geräte wurden nach den Anforderungen des Praktikers entwickelt und kombinieren in durchdachter Art und Weise die Anforderungen bezüglich Mess- und Wiederholgenauigkeit, leichter Bedienbarkeit und Robustheit.
Über eine grafische Benutzeroberfläche bekommt der Bediener sämtliche Messergebnisse und Auswertekurven direkt angezeigt (s. Bild 6)
KEMACHECK bietet ein schnelles Austauschen verschiedener Module für die Durchführung wechselnder Messarbeiten. Seine unglaubliche Vielseitigkeit, Funktion und Wirtschaftlichkeit überzeugt.
Sämtliche Längen, Durchmesser- und Rundlaufmessungen sowie Form- und Lagetoleranzprüfungen können an allen rotationssymmetrischen Teilen, aber auch an Drehteilen mit exzentrischen Formen, sowohl feststehend als auch am drehenden Teil durchgeführt werden.
Mit einem speziell taktilen Universal-Tastsystem sind Messungen an Innenkonturen (Durchmesser, Rundlauf und Rundheit, Konzentrizität, Exzentrizität, Wandstärken,

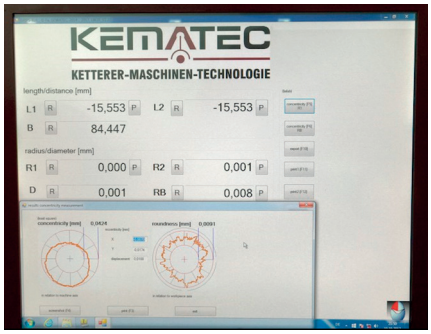


Bild 6: Grafische Benutzeroberfläche mit TOUCH-Screen zur Darstellung sämtlicher Messwerte

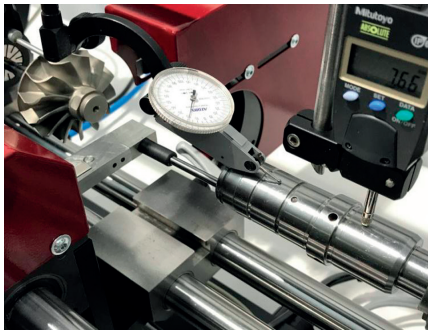


Bild 7: Innenkonturvermessung taktil

Abstände und Längen, Einstiche, Hinterschnitte) möglich (s. Bild 7).
Über intelligente Einschwenkmechanismen bietet KEMACHECK zudem die Möglichkeit die Mehrstellenmesstechnik nach Wunsch flexibel und bei Bedarf schnell einzusetzen (s. Bild 2, 8).
Hochauflösende Ultrapräzisionsspindelmodule zum universellen Einsatz von Spitzen, Hohlkörner, Hochpräzisionsspannzangen, fein justierbare Backenfutter oder Spezialaufnahmen ermöglichen mit ruckfreier antriebsstrangentkoppelter und dadurch vibrationsfreier Drehbewegubgseinleitung die Aufnahme von Rundlaufprofilen im Submikrometerbereich (s. Bild 8, 12).
Möglichkeiten zur taktilen als auch optischen Messung mit Laser und / oder hochauflösenden Kamerasystemen, die in Sekundenschnelle dazu geschaltet werden können, sind Bestandteil des flexiblen Baukastens (s. Bild 8, 9).
Mit Weißlicht-Interferometrie können neben der Rauheitsprüfung vor allem Konturvermessungen im Nano-Meterbereich vorgenommen werden (s. Bild 10, 11).
Über die im DXF-Format vorliegende Sollkennlinie und einem vorgegebenen Toleranzband wird über ein neu entwickeltes Optimierungsverfahren zum einen die Güte des gemessenen Profils als Abweichung zur Sollkennlinie bestimmt, grafisch dargestellt und die Abweichungen berechnet, zum anderen die geometrischen Kennwerte hochgenau ermittelt und mit den Solldaten verglichen. In Kombina-

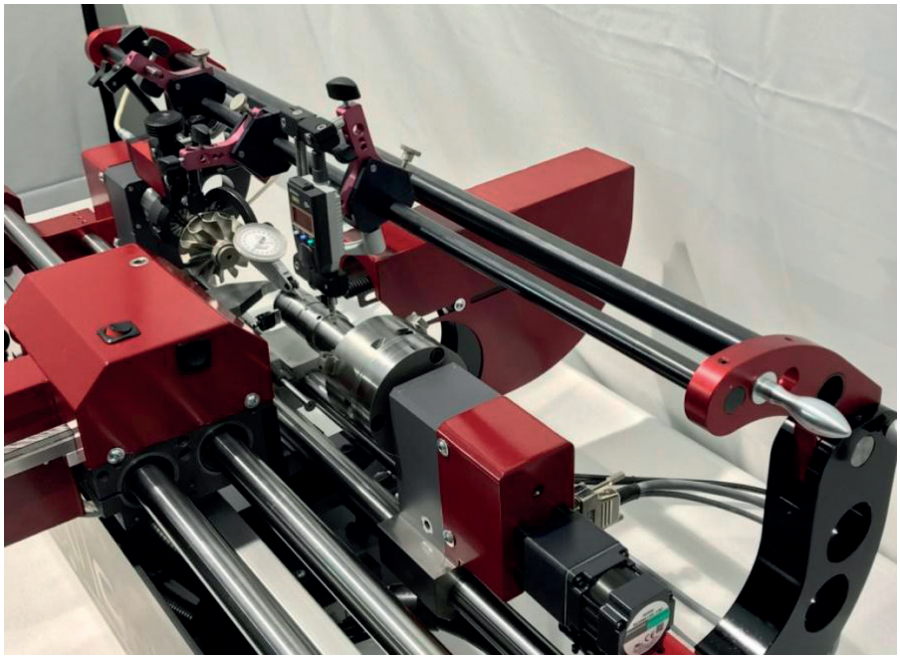


Bild 8:
Baukastensystem mit hochauflösendem Spindelmodul, Modul für Durchmesser und Innenmesseinrichtung , Längen- und Bohrungsabstandseinrichtung, einschwenkbare Mehrstellenmessvorrichtung und Rauheitsmessmodul

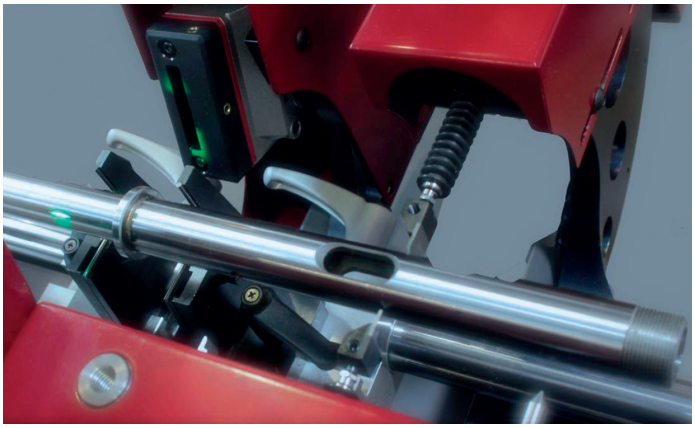
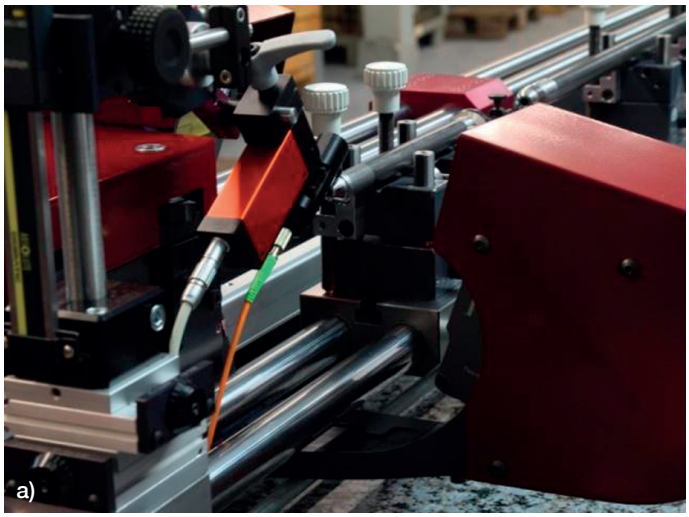


Bild 9: Durchmesser-, Rundlauf und Konturvermessung Kombination von Laser- und taktilen Messmodulen

Bild 10: Berührungslose Messung mit hochauflösender Mikrometer Kamera in Kombination mit Weißlicht-Interferometrie zur Konturerfassung

tion mit hochauflösenden Kamerasystemen lassen sich damit sehr genaue und ergänzende Messungen durchführen und reproduzierbare Resultate auch im Produktionsbereich erzielen (s. Bild 11a, b).
Optische Systeme sind kritisch bei Verschmutzungen und äußeren Umwelteinflüssen (wie z.B. Staub, ölhaltige Luft, Kühlmittel, Späne etc.).
Um diesem Problem entgegenzuwirken, wurde aus den jahrzehntelangen Erfahrungen und vielen Erprobungen ein Schutz-, Wartungs- und Abschirmungssystem entwickelt, welches die Werkstatttauglichkeit und Robustheit sicherstellt.

Mit Hilfe einer automatischer Ein- und Auskoppel-Vorschubeinrichtung ermöglicht KEMACHECK zudem die Materialstrukturanalyse und bietet eine komplette Fehler-Erkennung durch Wirbelstrom für Kratzer und Oberflächenfehler sowie eingebettete Risse und Lunker auf rotationssymmetrischen Drehteilen mit Gewindeprofilen.
KEMACHECK ist eine modulare durchgängige Messgerätefamilie in den folgenden Abstufungen für 200, 500, 800, 1.000, 1.500, 2.000 und 3.000 mm Messlänge.
Durchmesser- und Rundlaufprüfungen können mit µm-genauer Messgenauigkeit für Teiledurchmesser von 1 - 250 mm, je nach Modellgröße, durchgeführt werden. KEMACHECK besticht durch eine sehr hohe Genauigkeit im µm-Bereich, Werkstatttauglichkeit und Robustheit, hohe Wiederholgenauigkeit sowie große Flexibilität im Vergleich zu vielen anderen Messgeräten und Messmittel.
Das Einsatzgebiet ist vielfältig. So können auch Gewinde von Schrauben, medizinischen Teilen, Steigungen und Flankendurchmesser von Kugelgewindetrieben, winkelabhängige Steigungsfehler sowie exzentrische Teile z.B. Nockenwelle winkelgenau im 2“-Bereich vermessen werden. Im Zeitalter von Industrie 4.0 bringt KEMACHECK den Messraum direkt an die Produktionsstelle.



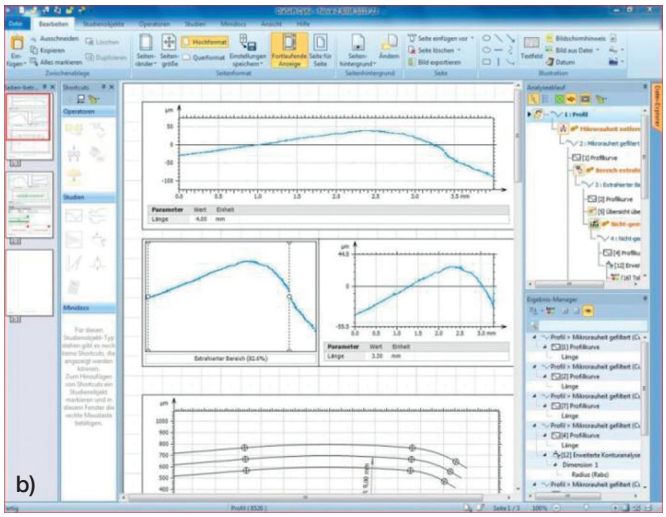
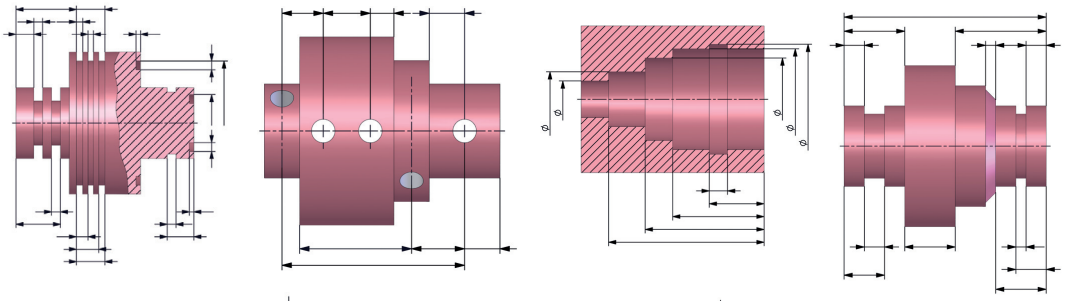


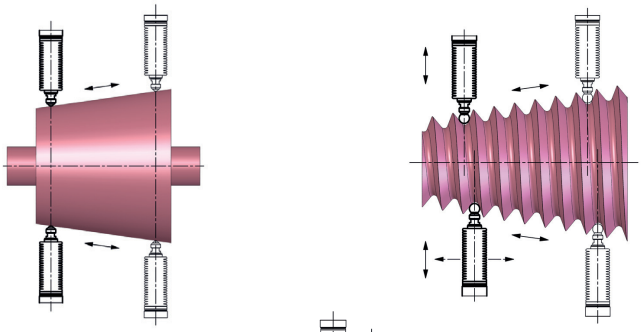
Bild 11a, b): Einsatz optischer Systeme
- **Weiss-Licht Interferometrie für hochgenaue Kontur- und Oberflächenvermessung**
- **Grafische Benutzeroberfläche und Softwaremodul zur Messdatenauswertung**

Mess- und Teileaufnahmemöglichkeiten der modularen Universal-Messgeräte

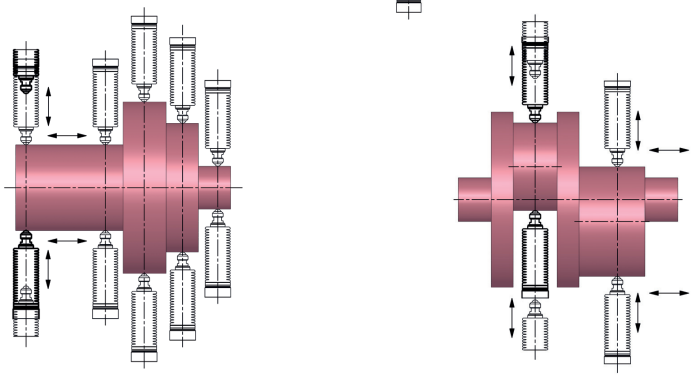
- Längen an
  - Innen- und
  - Außenkonturen
- Abstände
- Einstiche
- Bohrungsabstände
- Winkelstellungen von Querbohrungen, Flächen und Kanten



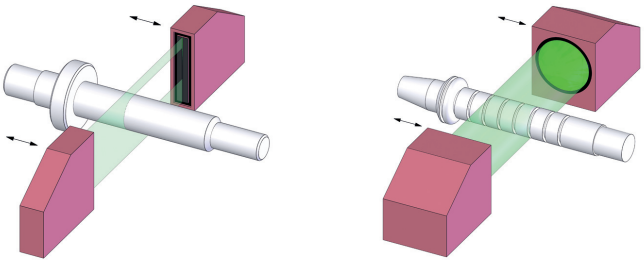
- Konus
- Steigungsfehler
- Kern- und Flanken-
- Achsversatz
- Zylindrizität und Parallelität



- Durchmesser an
  - Innen- und
  - Außenkonturen
- Rund- und Planlauf
- Exzenter
- Mehrstellenmesstechnik



- µ-genaue taktile Messköpfe
- hochauflösende µ-genaue optische Laser- und/oder Kamerasysteme
- Form- und Lagetoleranzvermessung
- Vermessung von Konturen und Oberflächen



Teileaufnahmemöglichkeiten in der Übersicht

Als Werkstückaufnahmen sind Reitstöcke mit Spitzen und Hohlkörner, Prismenauflagen oder höhenverstellbare Rollenböcke und Präzisionsschraubstöcke aber auch drehende Hochpräzisionsspindeln mit Drehgeber – optional auch mit elektrischem Antrieb – möglich.

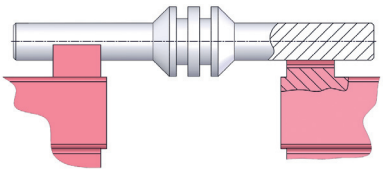
Einsatzgebiete, Teilebeispiele und Industriezweige

Durch die Universalität und große Modularität von KEMACHECK ist die Vielfalt zu vermessender Teile nahezu unbeschränkt. Anbei ein kleiner Auszug aus den umfangreichen Branchenbereichen und Teilespektren.
Generell können sämtliche Messdaten für die SPC-Auswertung, für Messprotokolle oder Analysesoftwarebausteine grafisch oder als

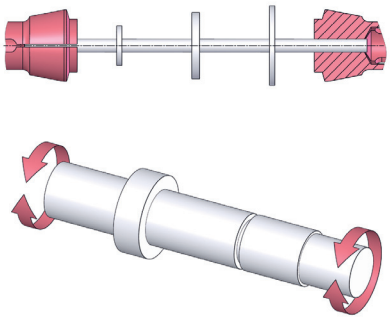
KEMATEC
KETTERER-MASCHINEN-TECHNOLOGIE

KE-MA-TEC GmbH
Schwenninger Str. 8
78073 Bad Dürrheim
Tel. 07726/9393290
Fax 07726/9393292
E-Mail: info@ke-ma-tec.de
www.ke-ma-tec.de

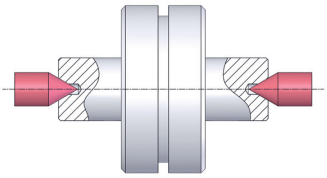
Prismen



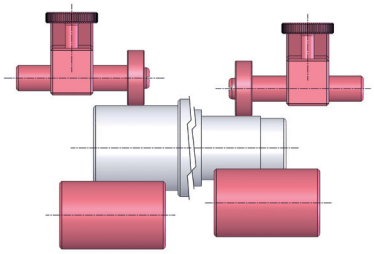
drehende Spitzen, Hochpräzisionsspindeln mit Spannzange oder Backenfutteraufnahmen



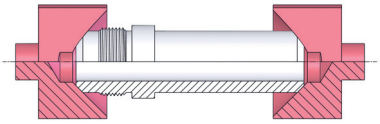
zwischen Spitzen



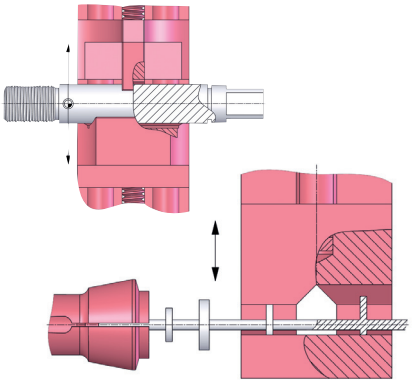
höhenverstellbare Präzisions-Rollenböcke für drehende Werkstücke mit Referenzauflagen



zwischen Hohlkörner



zentrisch spannender Präzisionsschraubstock (auch in Kombination mit Teileabstützung)



Wertefolgen zur Verfügung gestellt werden. Die Anbindung an QM-Softwaremodule und die kundenspezifische computerunterstützte Messdatenaufbereitung und die Berechnung kundenspezifischer Kenngrößen sind jederzeit bei Bedarf und auf Wunsch möglich.

So bestechen diese praxisorientierten, universellen Mess- und Prüfgerätgeräte geradezu durch ihre einfache, benutzerfreundliche und sekundenschnelle Bedienung bei höchster Mess- und Wiederholgenauigkeit.
Durch die zahlreichen auswechselbaren, schnell konfigurierbaren Messmodule steht dem Anwender ein universeller Messmodul-Baukasten zur Verfügung, der kaum noch Messwünsche offen lässt.

(Werkbilder:
KE-MA-TEC GmbH, Bad Dürrheim)

Teilebeispiele

- Automotive
- Medizin
- Drehteile
- Antriebstechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Gas / Öl Industrie
- Elektronik
- Fittings
- Wind / Solar
- ...