

R. Adams, Mengen; R. Christoph, Giessen; K. Konrad, Mengen; B. Marshaus, Giessen

Flachteile berührungslos, schnell und präzise messen

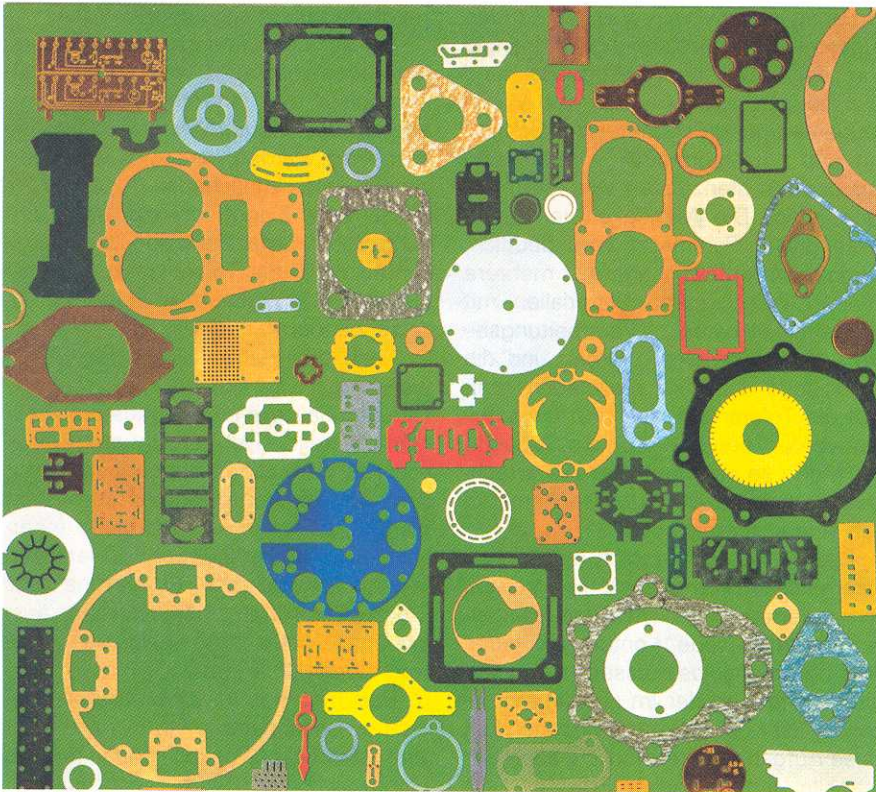


Bild 1. Die maßliche Überprüfung von großen Flachteilen bereitet besondere Probleme

Seit dem Beginn der maßlichen Überprüfung von Flachteilen bereiten große Abmaße, aufgrund der erforderlichen Meßbereiche, besondere Probleme. Hiervon sind nach unterschiedlichen Fertigungsverfahren produzierte Werkstücke (Bild 1) betroffen. Maße größer 400 mm treten z.B. in folgenden Bauteilgruppen auf:

- Blechstanzteile,
- Dichtungsteile,
- Leiterplatten,
- Schablonen,
- Filme,
- Folien,
- Lehren [1],
- aufgedampfte 2D-Strukturen.

Bei der Lösung der Meßaufgaben treten Probleme durch die geringe Objekthöhe, Verformbarkeit, empfindliche Oberflächen und feine Objektstrukturen auf. Durch Einsatz geeigneter optoelektronischer Sensoren sind diese mit hoher Präzision und Geschwindigkeit lösbar. Aufgrund des meßkraftfreien Anta-

stens kann auf eine feste Aufspannung der Meßobjekte meist verzichtet werden. Schwankungen der Lage der zu messenden Geometrielemente in der dritten Dimension sowie die Messung gestufter Bauteile fordern die Antastung in verschiedenen Höhen. Dies ist im automatischen Betrieb nur durch den Einsatz eines integrierten Autofokusverfahrens möglich. Durch die prinzipbedingten kurzen Antastzeiten ist auch die Messung sehr komplexer Bauteile mit einer hohen Anzahl von Geometrielementen in einer sehr kurzen Zeit möglich.

Die Realisierung präziser optoelektronischer Koordinatenmeßgeräte erfordert den Einsatz abgestimmter optischer und mechanischer Komponenten. Zur Minimierung der Antastunsicherheit [2] ist der Einsatz einer Köhler'schen Beleuchtungsanlage für Durch- und Auflicht, einer telezentrischen Abbildungsoptik mit geringsten Abbildungsfehlern sowie einer hochauf-

Im vorliegenden Fachartikel wird am Beispiel der Qualitätsprüfung von Dichtungsteilen aus dem Bereich der Automobilzulieferindustrie die Möglichkeit aufgezeigt, mit optoelektronischen Koordinatenmeßgeräten auch Teile großer räumlicher Ausdehnung schnell und mit hoher Präzision zu messen. Der Einsatz optoelektronischer Sensoren für die vollautomatische, berührungslose Kantenantastung ermöglicht ein meßkraftfreies Arbeiten ohne subjektive Fehler. Eine automatische Fokussierung ist integriert. Meßobjekte mit Fertigungstoleranzen in der dritten Dimension und räumliche Geometrien sind dadurch problemlos meßbar.

Quick, precise and contactless measurement of flat components. Contactless measuring techniques are of growing significance for cost-effective automated quality assurance. The article describes the application of optoelectronic measuring machines for the quick and precise measuring of large, flat parts like seals for the automotive industry.

lösenden integrierter Sensorik erforderlich. Nur durch den Einsatz einer automatischen Sensorkalibrierung können subjektive Fehlereinflüsse völlig vermieden werden. Die Längenmeßunsicherheit des Gesamtsystems wird außerdem wesentlich durch die mechanischen Komponenten bestimmt. Eine ausreichende Minimierung der Ablauf- und Kippfehler wird nur durch den Einsatz von Präzisionsführungen auf der Basis von Nadel- oder Luftlagern möglich.

Zur sinnvollen Einbindung der Koordinatenmeßmaschine in den gesamten Fertigungsablauf ist es von Vorteil, über Möglichkeiten einer maschinenfernen Programmierung der Meßmaschine anhand eines CAD-Datensatzes zu verfügen. Die Auswertung der Meßergebnisse sollte über Statistikprogramm Pakete bzw. SPC-Programme möglich sein. Gerade im Flachteilebereich treten häufig Geometrien auf, die nicht durch Standardformelemente wie Gerade und

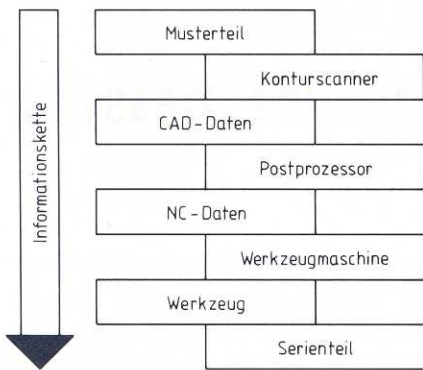


Bild 2. Informationskette im Werkzeugbau

Kreis zu beschreiben sind. Zum meßtechnischen Erfassen solcher Freiformkurven ist der Einsatz von Scanner-Programmen erforderlich. Unter Einbeziehung der oben genannten Möglichkeiten des Datenverbunds kann dieses bis zum Aufbau einer geschlossenen Informationsverarbeitungskette, z. B. für den Formenbau (Bild 2), geführt werden.

Prozeßsicherheit durch Kurzezeitfähigkeitsuntersuchung und Erstbemusterung

Von der Automobilindustrie kamen Mitte der 80er Jahre massive und umfassende Qualitätsforderungen auf die Lieferanten zu. Die Firma Carl Schüssler in Mengen ist mit ihren Dichtungen, Stanz- und Isolierteilen Zulieferer für diesen Industriezweig und sah sich diesen Forderungen auch gegenübergestellt.

Auch in der Armaturenindustrie, der Elektro- und Hausgeräteindustrie, in den Industriebranchen Pumpen, Pneumatik und in dem gesamten Maschinenbau werden maßgenaue Flachteile benötigt. Die verarbeiteten Materialien stammen vorwiegend aus den Bereichen Gummi, Faserstoffe, Kunststoffe, Schichtpreßstoffe sowie allen asbestfreien IT-Ersatzqualitäten.

Durch die hohen Qualitätsanforderungen der Kunden einerseits, sowie verschärfte gesetzliche Regelungen andererseits, war es notwendig, ein Qualitätssicherungssystem, angelehnt an DIN ISO 9000-9004 aufzubauen, das die gestellten Forderungen möglichst kostengünstig erfüllt.

Der Grundstein für die Qualität der Bauteile liegt in der Machbarkeitsanalyse und der darauf aufbauenden Qualitätsvorausplanung. Voraussetzung dazu ist die optimale Planung zum Herstellen der Stanzwerkzeuge im modern ausge-

statteten Werkzeugbau. Im Gegensatz zu Fertigungstechniken wie Drehen, bei denen die Maße während der Fertigung beeinflusst werden können, ist beim Stanzen eine Veränderung der Teilemaße nach der Fertigstellung des Stanzwerkzeugs durch Regelung nicht möglich.

Ausgangspunkt für die Werkzeuganfertigung ist die vom jeweiligen Kunden zugestellte Teilezeichnung. Abhängig von der gewählten Fertigungs- und Werkzeugart werden bei der Werkzeuganfertigung Parameter wie Schnittluft und Korrekturmaße in Verbindung mit dem zu stanzenden Werkstoff berücksichtigt. Die Wichtigkeit der Kenntnisse dieser Parameter wird deutlich, wenn man berücksichtigt, daß mehrere hundert verschiedene Materialien mit unterschiedlichsten Verarbeitungseigenschaften gestanzt werden und die Werkzeuge dabei so auszulegen sind, daß die Toleranzen nicht nur eingehalten werden, sondern auch die Streuung der Maße so eng liegt, daß die errechnete Standardabweichung sechsmal in den Toleranzbereich paßt.

Dazu ist es erforderlich mit vertretbarem Zeitaufwand auch an großen, komplizierten und zum Teil biegeschlaffen Bauteilen jede Kontur und jedes Maß berührungslos messen zu können. Die Ausstattung der im Hause vorhandenen 2D-Koordinatenmeßgeräte löst diese Aufgabe und ermöglicht auch das schnelle automatische Erfassen der

Meßwerte für eine Kurzezeitfähigkeitsuntersuchung, bei der 50 nacheinander gestanzte Bauteile in einer Serienmessung gemessen werden. Die Daten aus dieser auch als Maschinenfähigkeitsuntersuchung bezeichneten Meßreihe stehen in einer Datenbank zur Verfügung. Daraus können dann jederzeit die erforderlichen Parameter für die Werkzeuganfertigung abgeleitet werden.

Bei der Erneuerung eines abgenutzten Serienwerkzeugs kann somit durch Kenntnis der Parameter und des Prozesses das neue Stanzwerkzeug so ausgelegt werden, daß die Teilemaße je nach Trend zunächst an der einen Toleranz- bzw. Eingriffsgrenze liegen, um dann durch fortschreitende Werkzeugabnutzung in die Toleranzmitte und an die andere Toleranz- bzw. Eingriffsgrenze zu wandern.

Nach der Fertigstellung des Stanzwerkzeugs wird anhand der daraus gestanzten Bauteile ein Erstmusterprüfbericht erstellt. Der Erstmusterprüfbericht, bei dem alle Zeichnungsmaße mit dem Koordinatenmeßgerät gemessen werden, zeigt auf, ob alle Maße innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen liegen. Anhand der Ergebnisse des Erstmusterprüfberichtes werden ausgewählte Maße in der Fertigung überwacht und dokumentiert.

Das hier nur in wesentlichen Elementen beschriebene QS-System stellt eine wichtige Voraussetzung für die Marktposition des Unternehmens dar.



Bild 3. Dieses Koordinatenmeßgerät gewährleistet auch bei großen Meßwegen exakte Meßergebnisse

Berechnen aller geometrischen Elemente des Bauteils. Zum Erstellen des CNC-Programms im Teach-In Modus werden für dieses Teil rd. 6 h benötigt. Hierbei ist die Erarbeitung der Meßstrategie inklusive aller erforderlichen Verknüpfungen und Berechnungen anhand der Zeichnung, die Eingabe von Soll-Maßen und Toleranzen sowie eine sinnvolle Steuerung der Ausgabe der Meßergebnisse enthalten. Darüber hinausgehend ist eine statistische Auswertung der Meßergebnisse möglich. Bild 5 zeigt eine Möglichkeit der graphischen Ergebnisdarstellung. Es erfolgt eine Klassifizierung auf der Basis Normalverteilung. In der oberen Darstellung ist die Streuung der Meßergebnisse bei unterschiedlichen Bauteilen sehr gering, was sich auch in einer sehr guten Kurzzeitfähigkeit ($c_m = 4,16$ und $c_{mk} = 3,33$) ausdrückt. Die in der unteren Darstellung wiedergegebene Meßreihe erfüllt diese Bedingungen nur knapp ($c_m = 1,66$ und $c_{mk} = 1,55$). Eine Entscheidung zur Stabilität der Fertigung wird somit exakt möglich und durch eine anschauliche Darstellung unterstützt. (10249)

Literatur

- 1 *Christoph, R.; Jüttner, F.W.; Schober, W.*: Meßmittelüberwachung mit optoelektronischen Koordinatenmeßgeräten. Feinwerktechnik und Meßtechnik 99 (1991) 6, S. 280–282
- 2 VDI/VDE-Richtlinie 2617. Genauigkeit von Koordinatenmeßgeräten. Beuth-Verlag GmbH, Berlin.
- 3 *Christoph, R.; Wiegel, E.*: In drei Dimensionen optoelektronisch messen. Kontrolle (1991), 7/8, S. 60–64

Die Autoren dieses Beitrags

Dipl.-Ing. *Reinhard Adams*, Jahrgang 1959, studierte an der Universität Hohenheim. Er war von 1985 bis 1989 in der Abteilung Verfahrenstechnik der Nestle-Maggi GmbH, Singen tätig. Seit 1989 ist er Leiter der Qualitätssicherung bei der Carl Schlösser GmbH & Co KG, Mengen.

Dr.-Ing. habil. *Ralf Christoph*, Jahrgang 1955, studierte Gerätetechnik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena. Im Jahre 1985 verfaßte er an der gleichen Universität seine Dissertation und habilitierte im Jahre 1989. Seit 1990 war er als Entwicklungsleiter bei der Schunk Werth Meßtechnik GmbH in

Giessen tätig. Heute arbeitet er dort als technischer Leiter.

Karl Konrad, Maschinenbautechniker, Jahrgang 1955, ist seit 1983 beim genannten Anwender in Mengen für Technik zuständig und seit 1987 Betriebsleiter.

Dipl.-Ing. *Bernd Marshaus*, Jahrgang 1957, studierte an der Technischen Universität Dresden von 1977 bis 1982 Fertigungsmeßtechnik und Qualitätssicherung. Danach war er neun Jahre als wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Forschung und Entwicklung der Zeiss-Werke in Jena tätig. Seit 1991 arbeitet er als Applikations- und Vertriebsingenieur beim erwähnten Hersteller in Giessen. (10249)

Rotationssymmetrische Objekte optisch messen

Das optische 2D-Meßsystem Profile 30 der Tesa Leitz GmbH, Freiberg a.N., mißt rotationssymmetrische Objekte im manuellen und CNC-Betrieb. Es ist sowohl im Meßraum als auch direkt in Verbindung mit CNC-Fertigungseinrichtungen einsetzbar. In beliebiger Folge können an bis zu 300 unterschiedlichen Prüflingen Durchmesser, Längen (Einstiche, Bund, Schulter), Winkel, Radien, Gewinde oder Formen bestimmt werden. Die Meßzeit für zehn Merkmale beträgt bei dem vollautomatischen Meßvorgang mit grafischer und numerischer Ausgabe etwa 20 s.

Sz (36804)



Rotationssymmetrische Teile mißt das computergestützte Meßgerät Profile 30. Auf dem Projektionsschirm kann die Werkstückkontur betrachtet werden