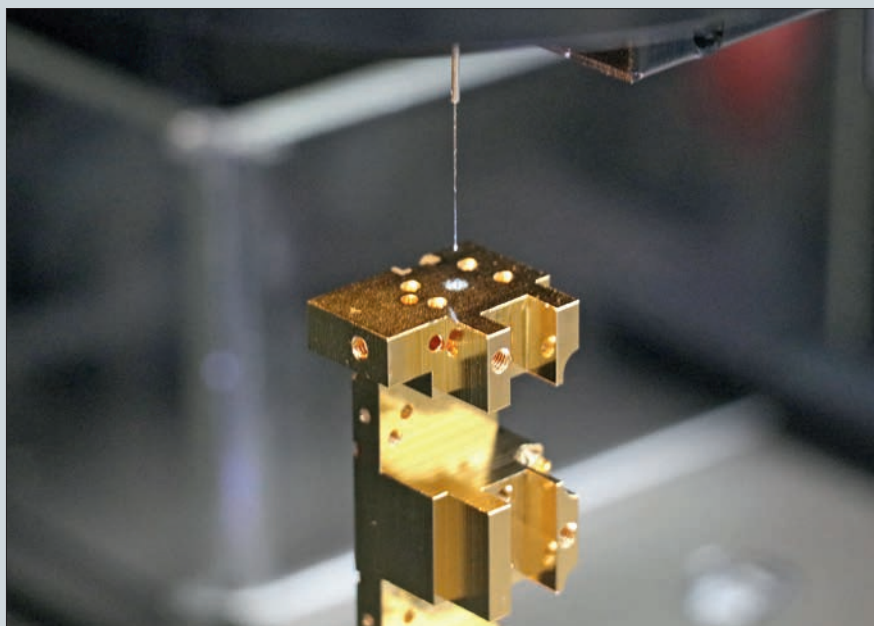




# Messen im Submikrometerbereich

Multisensor-Messtechnik für die Präzisionsfertigung



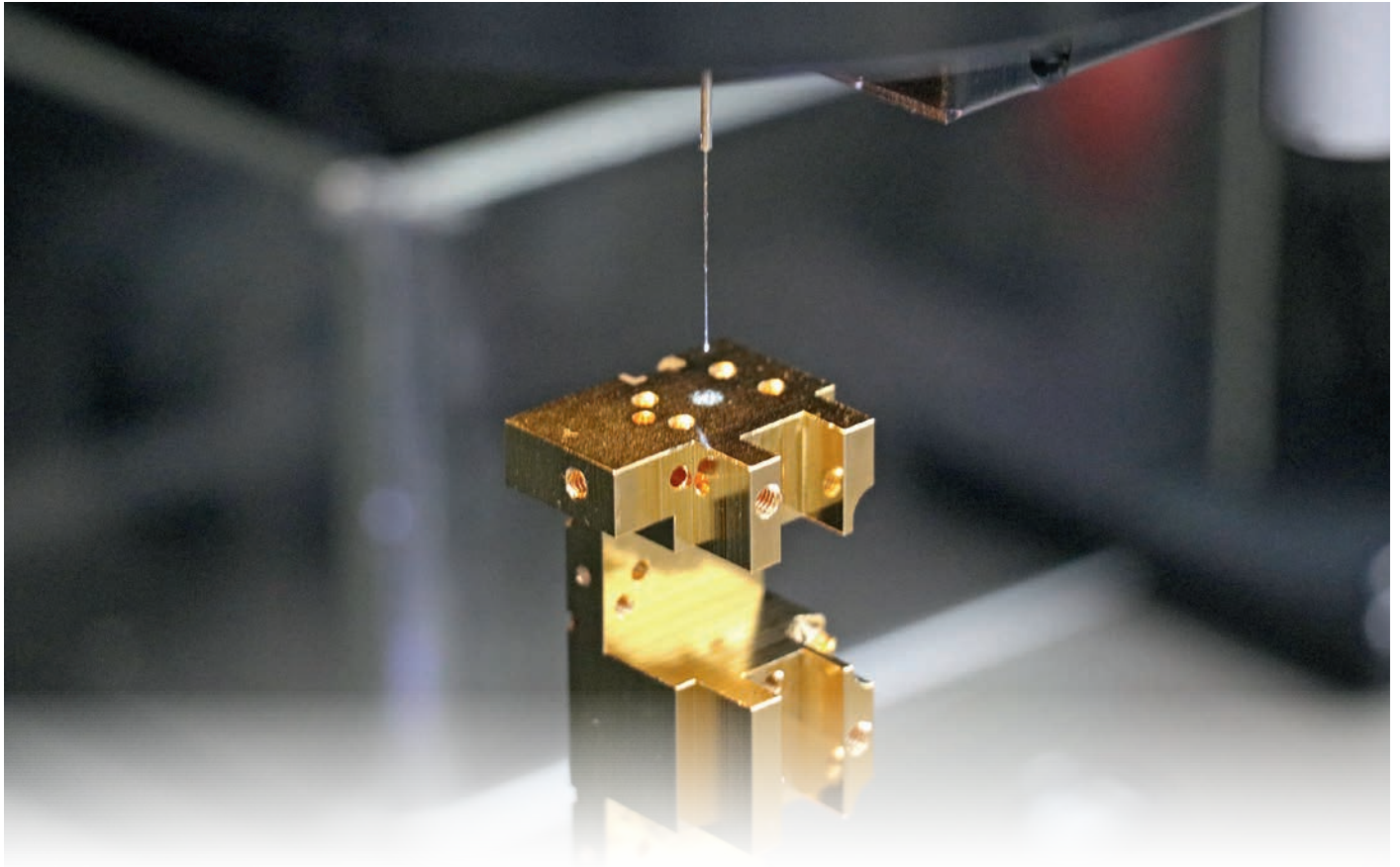
Sonderdruck

## Impressum

Verlag: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, Kolbergerstr. 22, 81679 München; Druck: alpha-teamDRUCK GmbH, Haager Str. 9, 81671 München

© Carl Hanser Verlag, München. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der photomechanischen und der elektronischen Wiedergabe sowie der Übersetzung dieses Sonderdrucks behält sich der Verlag vor.

© Carl Hanser Verlag, München. Vervielfältigungen, auch auszugsweise, sind ohne Lizenzierung durch den Verlag nicht gestattet.



# Messen im Submikrometerbereich

## Multisensor-Messtechnik für die Präzisionsfertigung

In der Präzisionsfertigung im Rohde & Schwarz-Werk Teisnach entstehen Baugruppen, die in einer Gesamttoleranz von wenigen Mikrometern gefertigt werden. Um die erforderliche Genauigkeit der einzelnen Komponenten zu sichern, werden dort Multisensor-Koordinatenmessgeräte mit Reproduzierbarkeiten im Nanometerbereich eingesetzt. Mit optischer, taktile und taktil-optischer Sensorik lassen sich die anspruchsvollen Messaufgaben lösen.

Die Produkte von Rohde & Schwarz, einem der weltweit führenden Hersteller von elektronischer Mess- und Kommunikationstechnik, bleiben oft im Verborgenen (siehe Kasten Seite ??). Oder hätten Sie gewusst, dass Ihr Mobilfunktelefon sehr wahrscheinlich mithilfe von Rohde & Schwarz-Messtechnik entwickelt, typgeprüft und produziert wurde? Oder dass der stärkste TV-Sender der Welt im „One

World Trade Center“ in New York steht – gebaut von Rohde & Schwarz? Das sind nur zwei Beispiele von vielen. Denn der Münchener Konzern gehört nach eigenen Angaben in all seinen Arbeitsgebieten zu den Technologie- oder Marktführern. Dazu zählen die Mobilfunk- und EMV-Messtechnik, die TV-Mess- und -Übertragungstechnik sowie die Technik zur Erfassung und Analyse von Funksignalen.

Als Hightech-Unternehmen lebt Rohde & Schwarz wesentlich von seinen Innovationen und der Qualität seiner Produkte, die unter anderem im Werk Teisnach gefertigt werden. Das 1969 gegründete Werk mit seinen 1700 Mitarbeitern ist das deutsche Mechatronik-Zentrum des Konzerns. Hier entstehen unter anderem Gehäuse, Schirmteile, Antennen, Leiterplatten, mikromechanische Präzisionsteile sowie elektrome-

chanische Sonderanfertigungen aller Art. Als Kompetenzzentrum Sender und Systeme produziert und liefert das Werk alle Rundfunksender, Körperscanner sowie kundenspezifische Funkkommunikationssysteme und erbringt den Service dafür.

Für das Qualitätsmanagement in der Produktion ist Gerhard Kokott verantwortlich. Er betont: „Qualität ist ein tragender Pfeiler unseres Unternehmenserfolgs. Den Grundstein dafür legen wir in der Produktion.“ Seine über 30 Mitarbeiter kümmern sich um sämtliche qualitätssichernden Tätigkeiten. Mehr als die Hälfte davon sind für die Prüf- und Messtechnik zuständig. Sie programmieren die Messgeräte und wenden sie primär selbst an.

### Fertigungsbegleitende Präzisionsmessungen im Messraum

Seit einigen Jahren verfolgt das Qualitätsmanagement eine neue Strategie. „Wir verlagern die Messungen prozessabhängig direkt in die Produktion“, erklärt Kokott. „Insbesondere in der Präzisionsmechanik ist dies zielführend, da die Werkstücke dann die klimatisierten Fertigungsräume nicht verlassen müssen.“

Dort, im Fertigungsbereich Präzisionsmechanik, werden Edelmetalle, Leichtmetalle und Kunststoffe mikrobearbeitet. Auch die Präzisionsgalvanik und die Herstellung von Hochfrequenzkomponenten gehören zu diesem Bereich. Für die spanabhebende Präzisionsfertigung ist Michael Hacker zuständig. Seine hochpräzisen Dreh-, Fräs- und Hybridmaschinen sind – der Präzision geschuldet – in einem auf 21 °C klimatisierten Produktionsbereich mit eigenem Messraum untergebracht. Hacker erklärt: „Zwischen 95 und 98 Prozent der hier gefertigten Teile er-

fordern eine 100-Prozent-Messung. Deshalb arbeiten wir eng verzahnt mit dem Qualitätsmanagement zusammen.“

In seinem Messraum stehen zwei Werth-VideoCheck-Multisensor-Messgeräte (Bild 1). Hacker dazu: „Unsere Mitarbeiter prüfen die Werkstücke bereits während der Fertigung und übernehmen teilweise sogar die Endprüfungen für den Kunden.“ Ganz im Sinne von QM-Leiter Kokott: „Das beschleunigt den Prozess, und wir können schneller liefern.“

Daher haben sich Qualitätsmanagement und Präzisionsfertigung auf vergleichbare Messgeräte und die gleichen Vorgehensweisen geeinigt. Wie stark jedoch die Fertigungsmitarbeiter mit Messaufgaben betraut werden, hängt vom Auftrag ab. Ist beispielsweise eine Luftfahrt-Zertifizierung gefordert, dann ist für die entscheidenden Messungen die Qualitätssicherung zuständig. Denn nur sie ist dafür zertifiziert.

Für besonders anspruchsvolle Messaufgaben investierte Rohde & Schwarz Teisnach bereits 2007 in das hochpräzise Multisensor-Koordinatenmessgerät VideoCheck UA (Ultra Accuracy) von Werth Messtechnik, welches bei entsprechenden Umgebungsbedingungen eine Längenmessabweichung MPE im Bereich weniger zehntel  $\mu\text{m}$  bietet. Karl-Heinz Stieglbauer, Mitarbeiter in der Qualitätssicherung/Prüftechnik und für die Beschaffung neuer Messgeräte zuständig, erklärt: „In der Präzisionsfertigung müssen Werkstücke auf Mikrometer genau geprüft werden, und zwar mit optischen und taktilen Sensoren. In einer Testphase erwies sich der VideoCheck UA als ideal für unsere Zwecke.“ Denn das hochgenaue Messgerät ist mit

ebenso genauen Sensoren ausgestattet. Beispielsweise mit dem Bildverarbeitungssensor liegt die maximal zulässige unidirektionale Längenmessabweichung MPE E1 bei lediglich  $(0,15 + L/900) \mu\text{m}$ . „Entscheidend war auch, dass sich ein Lasersensor ebenso integrieren ließ wie konventionelle Tastsysteme, der Werth Fasertaster und eine zusätzliche Drehachse, die wir insbesondere zur Messung von rotationssymmetrischen Werkstücken nutzen“, betont Stieglbauer.

### Kombination aus hochgenauem Messgerät und Sensor

Haupteinsatzgebiet des VideoCheck UA sind sogenannte Eichleitungen (Bild 2). Dabei handelt es sich um Dämpfungsglieder, die in Rohde & Schwarz-Messgeräte integriert werden. Michael Hacker erklärt: „Der Grundkörper wird bei uns gefräst und gebohrt. Die Form- und Lagetoleranzen liegen teilweise bei  $\pm 3 \mu\text{m}$ . Die Messabweichungen dürfen also nur etwa  $0,3 \mu\text{m}$  betragen, um die Toleranzen für die Fertigung nicht unnötig einschränken zu müssen. Hier spart das hochgenaue Messgerät letztendlich Geld, denn wir ermitteln den Istwert mit geringstem Unsicherheitsbudget und können dadurch die Fertigungstoleranzen maximal ausnutzen.“ In den Grundkörper werden Schaltkontakte eingebaut. Diese sogenannten Innenleiter haben Bohrungen mit  $300 \mu\text{m}$  Durchmesser, die Einstiche und Schlitzlöcher enthalten. „Hier müssen wir Toleranzen von  $\pm 5 \mu\text{m}$  einhalten“, erklärt Hacker.

Diese Präzision ist entscheidend für die spätere Genauigkeit des Rohde & Schwarz-Messgeräts. Um sie nachzuweisen, kommt dem Werth Fiber Probe WFP eine wesentli-



Bild 1. Die 3D-Koordinatenmessgeräte sind mit hochgenauen optischen und taktil-optischen Sensoren ausgestattet. (© Werth Messtechnik)

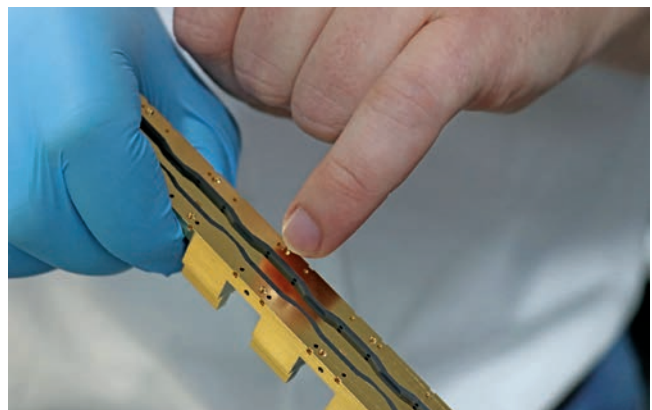


Bild 2. Im Grundkörper einer Eichleitung sind Schlitzlöcher mit einer Breite von  $153 \mu\text{m}$  eingearbeitet. (© Werth Messtechnik)

che Aufgabe zu. Er wird bei Feinstkonturen eingesetzt, zum Beispiel bei Bohrungen unter 300 µm Durchmesser. „Diese ließen sich zwar an der Oberkante optisch prüfen, da wir aber die Maße an drei Stellen in unterschiedlicher Höhe benötigen, sind wir auf den Fasertaster angewiesen“, sagt Fertigungsleiter Hacker.

Der patentierte Werth Fasertaster WFP zählt zu den taktil-optischen Sensoren. Er besteht aus einer Glasfaser, an deren Ende sich die bis zu 20 µm kleine Tastkugel befindet. Die Auslenkung wird im Gegensatz zu konventionellen taktilen Sensoren nicht über den Taststift an die Geräteelektronik übermittelt, sondern die Position der Tastkugel mit dem Bildverarbeitungssensor erfasst. Das macht den Fasertaster extrem genau und ideal für die geschilderten Messungen.

## INFORMATION & SERVICE

### DER ANWENDER

Rohde & Schwarz ist ein weltweit tätiger, unabhängiger Technologiekonzern mit Stammsitz in München, der eine breite Palette an elektronischen Investitionsgütern entwickelt, fertigt und vertreibt. Das Unternehmen beschäftigte im Geschäftsjahr 2016/2017 10 500 Mitarbeiter, die einen Umsatz von 1,91 Milliarden Euro erwirtschafteten.

Das Werk Teisnach beschäftigt 1700 Mitarbeiter und ist Systemlieferant für elektromechanische Baugruppen und Anlagen. Zu den Fertigungsbereichen gehören die Senderfertigung, Hochfrequenzsysteme, Leiterplattenfertigung, Präzisionsmechanik und Gehäusetechnik. Auch die dazugehörige Softwareentwicklung, Konstruktion und der After-Sales-Service werden von Teisnach aus gewährleistet. Seit 1991 bietet das Werk Teisnach seine Fertigungsleistungen auch für externe Kunden an.

### KONTAKT

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG  
Werk Teisnach  
T 09923 85-70  
info.teisnach@rohde-schwarz.com  
www.teisnach.rohde-schwarz.com

Werth Messtechnik GmbH  
T 0641 7938-0  
mail@werth.de  
www.werth.de

### QZ-ARCHIV

Diesen Beitrag finden Sie online:  
[www.qz-online.de/6495850](http://www.qz-online.de/6495850)



**Bild 3.** QS-Maßnahmen diskutieren sie gemeinsam: Karl-Heinz Stieglbauer, 3D-Qualitätssicherung/Prüftechnik (links), Gerhard Kokott, Leiter Qualitätsmanagement Produktion (3.v.l.), und Michael Hacker, Leiter Spanabhebende Präzisionsfertigung (rechts). Detlef Ferger (2.v.l.), Prokurist und Vertriebsleiter bei Werth Messtechnik, unterstützt sie bei der Wahl des geeigneten Messgeräts. © Werth Messtechnik

Pro Monat produziert das Team der Präzisionsfertigung heutzutage zwischen 400 und 500 Eichleitungen in unterschiedlichen Baugruppen und Formen. Sie werden nach der Zerspannung gemessen und anschließend galvanisiert, was durch den Schichtauftrag eine erneute Messung erforderlich macht. Um die stetig steigenden Stückzahlen entsprechend prüfen zu können, erstand man im Jahr 2015 ein weiteres hochgenaues Werth-VideoCheck-Gerät in der HA-Version (High Accuracy), welches mit dem patentierten Werth Zoom und einem telezentrischen Objektiv mit konstanter Vergrößerung ausgestattet ist. Michael Hacker erklärt: „Wichtig war uns die Genauigkeit, da wir in Zukunft für die gesamte Baugruppe Eichleitung eine prozesssichere Fertigung innerhalb einer Toleranz von 2 µm erreichen wollen. Der patentierte Werth Zoom bietet uns die Möglichkeit, sowohl die optische Vergrößerung als auch den entsprechenden Arbeitsabstand flexibel zu wählen, und das telezentrische Festobjektiv spaltet die µm bei entsprechenden Aufgaben.“

Ein weiteres Argument für die erneute Investition in ein Werth-VideoCheck-Messgerät war der problemlose Austausch von Messprogrammen auf beiden Geräten (Bild 3). Dafür ließ das Qualitätsmanagement den bereits in 2007 gelieferten VideoCheck UA softwaretechnisch auf das neuste Niveau heben. QM-Leiter Kokott zeigt sich begeistert: „Nach acht Jahren im Dauereinsatz war unser VideoCheck UA mechanisch noch vollkommen in Ordnung und hatte keinerlei Präzision eingebüßt. Das bedeutet für

uns eine extrem hohe Investitionssicherheit, die für weitere Käufe mitentscheidend ist.“

### Werker-Selbstprüfung im 3-Schicht-Betrieb

Ein weiterer Bedarf an Messtechnik stand Anfang 2018 an. Die Qualitätssicherung wollte diversen Produktionsbereichen außerhalb der spanabhebenden Präzisionsfertigung ein einfach zu bedienendes 3D-Koordinatenmessgerät zur Verfügung stellen. Karl-Heinz Stieglbauer verrät die ausschlaggebenden Gründe für die Investition in den Werth ScopeCheck FB: „Neben der Genauigkeit war die einfache Bedienbarkeit besonders wichtig: Circa 100 Fertigungsmitarbeiter sollen tagtäglich dreischichtig von Montag bis Samstag das Messgerät nutzen, um die Qualität ihrer gefertigten Produkte zu prüfen.“

Gerhard Kokott ist von den ersten Erfahrungen mit dem Werth ScopeCheck FB angetan: „Ob Werkzeugbau-Mitarbeiter oder Messmaschinenprogrammierer, jeder fühlt sich an diesem Gerät wohl, weil er sofort mit der Bedienung klarkommt und seine jeweilige Messaufgabe lösen kann.“

Dazu trägt auch die Offline-Programmierung bei, die für alle Werth-Messgeräte gleichermaßen genutzt wird. Sowohl Mitarbeiter der Qualitätssicherung als auch der Präzisionsfertigung, zu der zwei eigene Messtechniker gehören, erstellen offline am 3D-Datensatz ihre Messprogramme, ohne die Messgeräte zu blockieren. Dadurch ist deren maximale Auslastung gewährleistet. ■