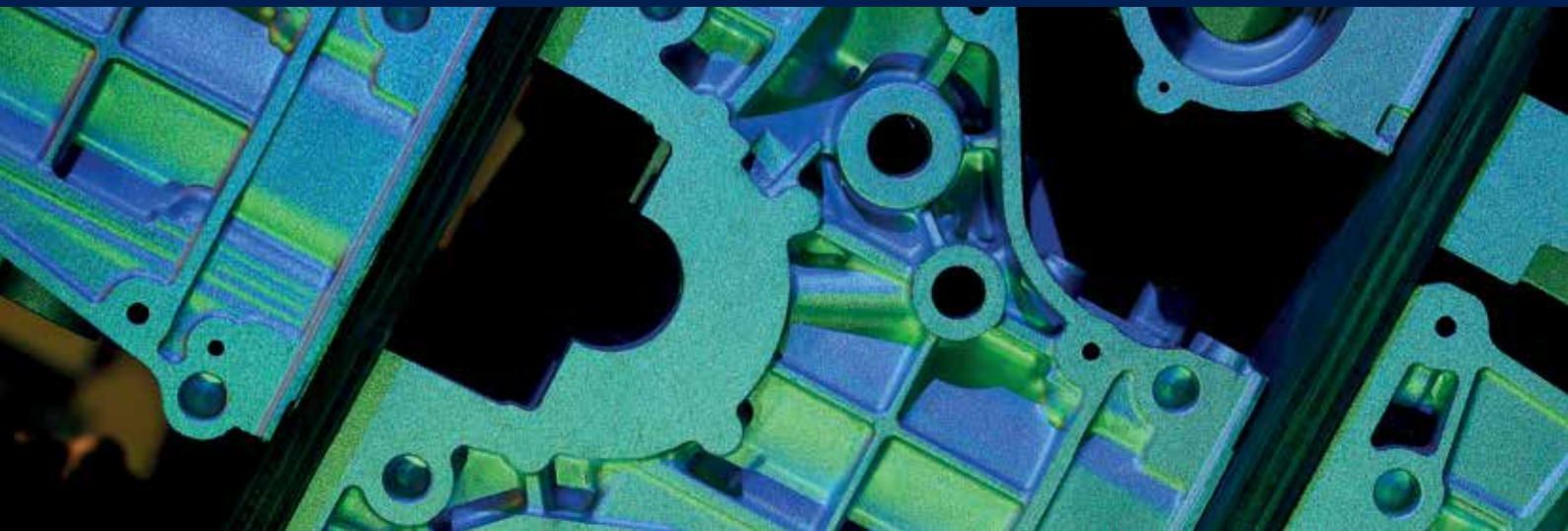


FUTURE MANUFACTURING

Magazin für intelligente Produktion



Automatisierung
Mess- und Prüftechnik

Maßgeschneiderte Messlösung für Automobilkomponenten

GILLIAN CAMPBELL

Auf schnelle und hochpräzise Messungen setzen die Automobilzulieferer, um die Anforderungen an die Komponenten zu erfüllen. Sperrige Spannvorrichtungen halten moderne Bildverarbeitungssysteme nicht davon ab, präzise Daten über das Bauteil zu liefern und beispielsweise schon vor dem Schweißvorgang zu berechnen, ob die Toleranzen eingehalten werden.

Fotos: Mitutoyo



Die Lenksäule soll sich bei bestimmten Crash-Szenarien teleskopisch ineinander schieben. Für die perfekte Produktion werden hohe Anforderungen an die Messtechnik gestellt.



Das kompakte CNC-Bildverarbeitungsmessgerät Quick Vision ELF von Mitutoyo vermisst die Zähne vor und nach dem Zusammenschweißen aller Elemente. Die Prozessfähigkeit wurde deutlich verbessert: Noch vor dem Zusammenschweißen wird die Maßhaltigkeit der Bauteile auf ihren Zustand nach dem Schweißen kontrolliert.

Ramcel Engineering liefert sicherheitsrelevante Komponenten für Lenksäulen in Fahrzeugen. Seit 1950 hat sich die Ramcel Engineering Company, beheimatet in Northbrook (US-Staat Illinois), auf Stanz- und Prägeteile spezialisiert. Zur Fertigung gehören auch Vormontagearbeiten und Roboter-MIG&WIG Schweiß-Services. Aus dem Automobilbau kam die Aufgabe, eine in der Entwicklung befindliche Komponente herzustellen, die in der Lenksäule einer Servolenkung zum Einsatz kommt.

Bei der Komponente handelt es sich um eine Sicherheitslenksäule, die sich aus einer Vielzahl an gestanzten, geformten und schließlich verschweißten Elementen zusammensetzt. Die Baugruppe besteht aus einem hochfesten, niedriglegierten

HSLA-Stahl und umfasst zudem eine „Zahnstange“ mit etwa 30 kleinen Zähnen. Diese Zähne werden mittels einer 600-Tonnen-Pressen auf ein Maß unterhalb der Materialdicke durch ein Zwölf-Stufenwerkzeug gestanzt. Diese Zähne haben eine Sicherheitsrelevanz, denn die Lenksäule soll sich teleskopisch ineinander schieben, um bei bestimmten Crash-Szenarien die Belastung auf den Fahrertorso zu reduzieren. Dabei ermöglichen die Zähne die Neupositionierung der Lenksäule, abhängig von Fahrergewicht, Abstand zum Airbag, Verwendung/Nicht-Verwendung des Sicherheitsgurts und Verzögerungsrate des Fahrzeugs.

Tim Booth, Chief Engineering Manager bei Ramcel, hat sich bei der Herstellung der Sicherheitslenksäule für die Einfüh-

rung einer einzigartigen Messroutine entschieden. Es gilt, die Zähne vor und nach dem Zusammenschweißen aller Elemente zu messen. Doch Booth – und hier lag die Schwierigkeit – wollte die Prozessfähigkeit deutlich verbessern und noch vor dem Zusammenschweißen die Maßhaltigkeit der Bauteile nach dem Schweißen kontrollieren können.

„Wir wollten noch vor dem Schweißen per Simulation die exakte Geometrie des zusammengefügt Bauteils herausfinden und vermessen. Damit können wir dafür sorgen, dass diejenigen Einzelkomponenten gar nicht erst verarbeitet werden, die nach dem Schweißen das gesamte Bauteil zum Ausschuss werden lassen. Hier reden wir von Toleranzen bis zu 0,05 Millimetern“, erläutert Booth.

Dazu reicht es nicht aus, die ungeschweißten Komponenten zu vermessen. Vielmehr galt es, die Komponenten mit Spannvorrichtungen so zu fixieren, dass ihr Bezugsaufbau dem des Bauteils in verschweißtem Zustand gleicht. Denn nur so entsprechen auch die ermittelten Messwerte – inklusive Zahnpositionen, Schweißvertiefungen, Aussparungen – denen eines fertig geschweißten Teils.

Schwierig zu messen durch Spannvorrichtungen

Dabei stellte sich ein Problem ein: Eine Spannvorrichtung, die die nötigen Spannkraft aufbringt, ist nicht nur schwer, sondern auch sperrig und umschließt das Werkstück fast gänzlich. Das macht korrektes Messen äußerst schwierig. „Um diese Art der Teile-Inspektion erst möglich zu machen, mussten wir den Aufbau der Spannvorrichtungen mit den Anforderungen des Messequipments in Einklang bringen. Wir suchten nach einer Komplettlösung aus der Hand eines einzigen Messtechnikbieters – vom Entwurf der Spannvorrichtung bis hin zur Lieferung von Messgerät und Software“, so Booth.

Joe Gallo, Direktor für Qualitätsmanagement bei Ramcel, erklärt: „Die Spannvorrichtung weist an den Vermess-Stellen Aussparungen für die Messungen auf. Wir

haben dem japanischen Messtechnikspezialisten Mitutoyo zur Entwicklung eines Messverfahrens einen Prototypen sowie Musterteile zur Verfügung gestellt.“

Bereits nach wenigen Wochen präsentierte Mitutoyo eine Komplettlösung mit einem Bildverarbeitungsmessgerät. Der Vorteil der berührungslosen Bildverarbeitung gegenüber taktilen Systemen liegt auf der Hand: Einen Taster in die Aussparungen der Spannvorrichtung einzuführen und darin zu bewegen, wäre problematisch, wenn nicht gar unmöglich. Die hochmoderne programmierbare LED-Beleuchtung der berührungslosen Bildverarbeitung ermöglicht im Verbund mit der hochgenauen Fokussierung das Messen durch die Aussparungen. So ergeben sich schnell hochpräzise, detaillierte Bilder zur Auswertung.

Das Messverfahren arbeitet mit der leistungsfähigen, selbst entwickelten und intuitiv bedienbaren Software. Gerade bei der Zahnstange erleichtert das Programm die Messung ganz entscheidend, schließlich müssen die Zähne zu 100 Prozent geprüft werden.

Gallo fügt hinzu: „Mit der Mitutoyo-Software lassen sich Beleuchtung und Vergrößerung ganz einfach justieren.“ Und angesichts der umfangreichen Einstellmöglichkeiten, die das Programm bietet, erscheint es als die ideale Software für die

Anwendung. „Denn wir müssen Teileprogramme erstellen können, mit denen das Messpersonal einfach und ohne Hindernisse arbeiten kann“, so Gallo.

Die Software zeigt die Ergebnisse für einfache Auswertung grafisch in 2D/3D an. Kantenerkennung mit nur einem Mausklick, Ausreißerentfernung und Kantenerkennungsfiler gehören ebenso zum Standardumfang wie eine Vielzahl von Werkzeugen. Optionale Softwaremodule erweitern die Funktionalität nochmals beträchtlich, beispielsweise für den Vergleich von kompletten 2D-CAD-Profilen mit der Ist-Kontur.

Ramcel erfasst und verarbeitet die Messdaten mit Mitutoyos Qualitätsmanagement-Software, die eine unternehmensweite Fertigungskontrolle ermöglicht. Sie wurde eigens für integrierte Netzwerke entwickelt und ermöglicht das Teilen von Information zur Qualitätssicherung und ist damit Teil einer allumfassenden Messlösung. Ramcel vermisst 150 Merkmale an den vorgespannten Bauteilen. Dabei dauert ein Messzyklus höchstens fünf Minuten. ●

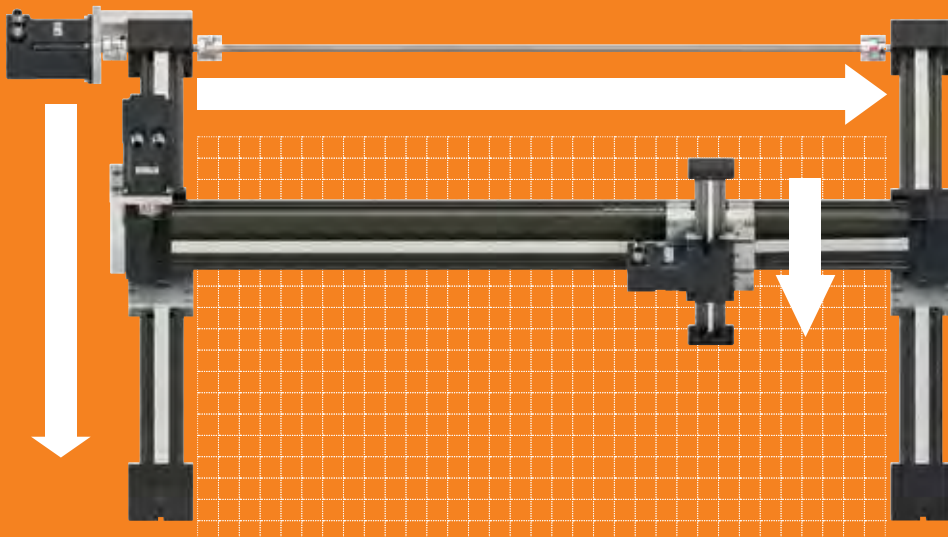
.....
www.mitutoyo.de

Gillian Campbell
Journalistin

.....

igus® dry-tech® ... schmierfrei Lagern leicht gemacht ...

Ab 1.000 Euro schmierfrei überall hin



drylin® E Raumportale ab Lager ab 24h

Linien-, Flächen- und Raumportale für die leise und schmiermittelfreie mehrdimensionale Bewegung, z. B. bei Pick and Place. Als vordefinierte Komplettlösung direkt ab Lager bestellbar und ab 24h geliefert. Oder individuell zusammengestellt. igus.de/drylin-Portale

IFFA, Frankfurt – Halle 11 Stand C37
Hannover Messe – Halle 17 Stand H04

• plastics for longer life®
igus.de
igus GmbH Spicher Str. 1a 51147 Köln
Tel. 02203-9649-145 info@igus.de

Intelligente Sensoren revolutionieren die Prozesstechnik

EUGEN SCHIBLI UND TOBIAS WÖLFING

Diagnosefunktionen in Echtzeit, einfache Integration in bestehende Systeme und nicht zuletzt qualifizierbare Messwerte werden Standard für Sensoren in der Automation. Die Gewichtsmessung zählt dabei zu den wichtigsten Prozessgrössen. Welche Anforderungen muss ein intelligenter Wägesensor erfüllen, um die Prozesstechnik für die Zukunft zu rüsten?

Heutzutage erlauben preiswerte Analog-Digital-Wandler die Herstellung billiger und hochauflösender Messgeräte, die jedoch nur eine „Scheingenauigkeit“ suggerieren. Aber ist die Zeitmessung mit einer Sanduhr genauer wenn man die Höhe des Sandes durch eine Lupe betrachtet? Der zunehmende Effizienz- und Regulierungsdruck in der Industrie stellt höhere Anforderungen an Sensoren und verlangt die strikte Einhaltung von Pro-

zesstoleranzen. Es ist daher entscheidend, dass die Genauigkeit der angezeigten Messwerte nicht einfach „mit der Lupe“ vergrössert ist. Zusätzlich muss die Eignung der Messgeräte mittels Design- und Operational-Qualification nachgewiesen werden.

Zukunftsorientierte Wägetechnik basiert auf intelligenten Lastzellen. Das zentrale Element ist dabei ein Mikroprozessor zur Signalverarbeitung mit integrierter

Analog-Digitalwandlung. Die Analog-Digitalwandlung wird nahe am physikalischen Vorgang oder vereinfacht gesagt „am tatsächlichen Arbeitspunkt“ durchgeführt. Das eliminiert die störanfällige Übertragung analoger Werte sowie Umwelteinflüsse wie Temperatur und Vibrationen. Zudem korrigiert die Software im Mikroprozessor die Linearitätsfehler von Mechanik und Elektronik. Dank dieser Vorteile erreichen Lastzellen mit Dehnmessstreifen-Technik bei Gewichtswerten von 100 Kilogramm bis 100 Tonnen eine bisher serienmässig kaum erreichte Präzision von 10.000 Eichpunkten gemäss OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale).

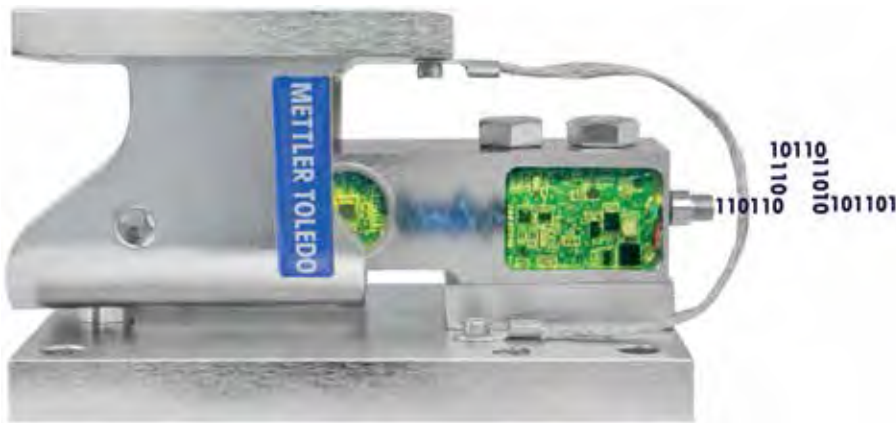
Echtzeit Diagnose zur Prävention

Die Intelligenz in der Lastzelle erlaubt die fortlaufende Analyse des Wägevorgangs um gegebenenfalls einen schleichenden Leistungsabfall oder einen vollständigen Ausfall zu erkennen und sofort an das Kontrollsystem zu melden. Dies ist eine Voraussetzung für die Implementierung des Sensors in eine Industrie-4.0-Umgebung. Im Gegensatz dazu geben Lastzellen mit analoger Datenübertragung bestenfalls eine allgemeine Störungsmeldung aus, und es muss vor Ort eruiert werden,

Die Verfügbarkeit von Tankwägesystemen ist oft prozesskritisch. Intelligente Lastzellen beugen ungeplanten Ausfällen vor und können im Ernstfall schnell und unkompliziert ausgetauscht werden.

Fotos: Mettler Toledo





Das Wägemodul mit integriertem Mikroprozessor ermöglicht eine kontinuierliche Analyse des Wägevorgangs. So kann beispielsweise auch ein schleichender Leistungsabfall rechtzeitig erkannt werden.

welche Lastzelle betroffen ist. Darüber hinaus ist ein schleichender Leistungsabfall einer einzelnen Lastzelle nicht erkennbar.

In der Prozessindustrie ist die Waage ein kritischer Sensor. Deshalb haben falsche Gewichtswerte oder Störungen der Wägezelle signifikante Auswirkungen auf Qualität und Kosten. Während bei manuellen Wägeprozessen immer ein Bediener zugegen ist, der entsprechend reagieren kann, bleibt bei automatischen Prozessen eine Störungsmeldung oft unbemerkt. Hier ist eine direkte Meldung an das Kontrollsystem oder auf das Handy des Produktionsleiters entscheidend für eine schnelle Störungsbeseitigung.

Die Ferndiagnose kann auch für Maschinenbauer nützlich sein. Mit dieser Funktion werden sie während der Garantiezeit über Störungen auf der von ihnen gelieferten Anlage informiert. Damit kön-

nen sie den Kunden auffordern vor Ort eine Inspektion durchzuführen oder selber einen Serviceeinsatz vorbereiten.

Erhöhte Anlagenverfügbarkeit dank schneller Wartung

Stellt eine intelligente Lastzelle einen schleichenden Leistungsabfall fest, ist eine vorbeugende Wartung in Form einer Reinigung oder der Beseitigung des Störfaktors möglich. Versagt eine Lastzelle kann diese dank der gespeicherten Kalibrierdaten in sehr kurzer Zeit ausgetauscht werden. Dies ist auch möglich, weil im Gegensatz zur analogen Technik, die digitalen Verbindungen mittels Steckern realisiert sind. Eine Kalibrierung der neuen Lastzelle mit rückverfolgbaren Testgewichten ist bei hohen Genauigkeitsanforderung und bestimmten Regulierungsvorschriften notwendig. Bei weniger anspruchsvollen Anwendungen empfiehlt es sich, die Wägestation erstmals nach einem Jahr und danach in jährlichen Intervallen zu kalibrieren, um die Rückführbarkeit des Messresultats sicherzustellen.

Eine einfache analoge Lastzelle kann für eine bestimmte Anwendung die richtige Wahl sein, genau so, wie die eingangs erwähnte Sanduhr in gewissen Situationen zur Zeitmessung genügt. Gerade bei kritischen Prozessen ist es jedoch entscheidend, Messgeräte anhand einer überprüfbaren Methode auszuwählen. Nur dann ist die langfristige Einhaltung von Prozesstoleranzen und Regulierungsvorschriften garantiert.

Der Bau einer automatisierten Produktionsanlage ist aufwendig und die Rentabilität meistens erst nach Jahren erreicht. Intelligente Sensoren mit Ferndiagnose sind daher eine sinnvolle Investition in die Zukunft und lassen uns einen entscheidenden Schritt in die Welt von Industrie 4.0 tun.

*Eugen Schibli
Marketing Machine Manufacturers*

*Tobias Wölfling
Marketing Chemie/Pharma*

*Mettler-Toledo AG
Industrial Division
Nänikon, Schweiz
www.mt.com*



Dank intelligenter Lastzellen werden Störungen sofort erkannt und mit relevanten Informationen an das Kontrollzentrum, das Smartphone des Produktionsleiters oder einen externen Dienstleister zur Fernwartung gesendet.

KNOW-HOW



Gute Wägepraxis sichert Produktionsziele

Wägen ist entscheidend für konstante Qualität, effiziente Prozesse und Einhaltung von gesetzlichen Vorschriften. Dafür muss die Waage zunächst richtig ausgewählt und dauerhaft korrekt unterhalten werden.

GWP (Good Weighing Practice) ist ein globaler Standard, der die sichere Auswahl, Bedienung und Kalibrierung eines Wägesystems sicherstellt. Die standardisierte, wissenschaftliche Methode ist für Wägesysteme beliebiger Hersteller in jedem Industrie- und Arbeitsbereich anwendbar. Sie liefert den dokumentierten Nachweis für reproduzierbare Wägeresultate in Übereinstimmung mit allen aktuellen Qualitätsstandards.

www.mt.com/gwp

Automatisierung und Vernetzung: Veränderungen durch Fertigungsmesstechnik 4.0

UTZ WOLTERS

Die Vision von Industrie 4.0 zeigt ganz neue Anforderungen an Produktionssysteme und Maschinen auf. Sie müssen anpassungsfähig sein, da die zu fertigenden Produkte ständig wechseln. Im Ergebnis heißt das: Die Produktion wird individueller, flexibler und schneller. Welche Aufgaben entstehen dadurch für die Messtechnik im Rahmen von Industrie 4.0?

Foto: Mahr



Flexibles und vernetztes Messen verschiedener Werkstücke hilft bei der automatischen Teileerkennung, Teilebeschriftung und Roboterhandling. Messtechnik hat sich zur Schlüsseltechnologie innerhalb der Produktion entwickelt.

matischen Teileerkennung, Teilebeschriftung und Roboterhandling. Dies sind neue Möglichkeiten der Messtechnik in heutigen und zukünftigen Produktionssystemen. Messtechnik ist eine Schlüsseltechnologie innerhalb der Produktion und übernimmt neben der Erfassung von Prüfwerten zusätzliche Aufgaben.

Weitere Trends im Bereich der Messtechnik sind Analysen der Prozessfähigkeit. Die Genauigkeitsanforderungen steigen enorm. Beispielsweise gibt es Verfahren, die nur ein Vierzigstel der Toleranz als Streuung zwischen dem sich wiederholenden Einzelmesswert zulassen. Das sind bei einer Toleranz von einem Mikrometer (einem tausendstel Millimeter) nicht mehr als 14 Nanometer (14 millionstel Millimeter) Abweichung zwischen zwei Wiederholmessungen am zwischendurch aus- und wieder eingewechselten Teil. Diese Genauigkeitsanforderungen wiederum führen in der Entwicklung der Messtechnik zu einem Mehr an Multiachsen-Messmaschinen, denn nur so lässt sich der Bedienerinfluss auf das Mindestmaß reduzieren.

„Closed Loop“, also die Steuerung der Bearbeitungsmaschine durch die Ergebnisse der Messstation, gehört bereits zum

Ziel aller Aktivitäten wird es zukünftig sein, noch zwingender Qualität zu produzieren und so die Gemeinkosten zu senken. Dadurch sind folgende Ansatzpunkte für die Maschinen und Instrumente im Bereich der fertigungsnahen Messtechnik erkennbar:

- Automatisierung als Baustein mit dem Ziel, die Prüfkosten zu minimieren
- Messprozesse kennen und im Griff haben, um die Prüfstückkosten zu minimieren
- Grenzenlos kommunizierende Komponenten führen zu vernetzten Systemen und zu „Cloud Monitoring“.

Die Vision setzt auf flexible, automatisierte und vernetzte Maschinen in der Fertigung. Zur Qualitätssicherung zeigt die Messung von Nockenwellen auf einem Wellenmesssystem mit einer Werkstückbeladung per Roboter beispielhaft, wie Messungen innerhalb der Fertigungslinie erfolgen. Mahr-Messmaschinen können dabei mit Produktionsmaschinen vernetzt werden. So kann bei abweichenden Toleranzen die Fertigung selbsttätig angepasst werden. Diese von Bedienfehlern freie Sicherung der Werkstückqualität macht die Produktion prozesssicherer.

Flexibles und vernetztes Messen verschiedener Werkstücke hilft bei der auto-

Stand der Technik. Dabei ist es besonders wichtig, dass der zugeschaltete Messprozess sehr stabil und ohne Ausreißereffekt funktioniert. Denn sonst wird der Prozess „zerregelt“. Zukünftig wird sich „Closed Loop“ also nicht nur auf die Kombination Bearbeitungsmaschine versus Messstation begrenzen.

Messgeräte und Produktionstechnik beeinflussen sich gegenseitig

Durch die Informationsvernetzung wird eine Kommunikation und damit eine Einflussnahme zwischen den Messstationen stattfinden. Ist der Prozess nahe oder exakt dem Nennmaß, wird möglicherweise die Stichprobenhäufigkeit, also die Messhäufigkeit, im nächsten, nachgelagerten Prüfprozess reduziert. Oder es wird eine größere Toleranz für den Folgeprozess zugelassen. Entfernt sich der Prozess von der Idealsituation, wird umgekehrt wieder auf den ursprünglichen Prüfprozess zurückgeschaltet. Das benötigt, neben der dafür erforderlichen Intelligenz auch die Visualisierung der Prozesse, neue erweiterte Prozessleitstände, die auch die Messtechnikprozesse mit einbeziehen. Der Leitstandgedanke wird so für die Messprozesse immer wichtiger.

Grenzenlos kommunizieren heißt: Messgeräte tauschen Daten untereinander und beeinflussen sich gegenseitig. Toleranzgrenzen werden aktiv verändert. Dabei muss die Visualisierung der Daten personalisiert an die aktuelle Situation angepasst erfolgen: Nur so viele Informationen wie aktuell nötig und nicht wie möglich.

Moderne Condition-Monitoring-Systeme stellen höchste Anforderungen an Sensorik, Messdatenerfassung, -weiterleitung und automatische Messdatenverarbeitung (Analyse, Diagnose) sowie anlagenspezifische Kenntnisse. Sie bieten jedoch auch das größte Potenzial zur Kosteneinsparung, da die Lebensdauer kritischer Maschinenelemente vollständig ausgenutzt werden kann und gleichzeitig nötige Instandsetzungsmaßnahmen in Abstimmung mit dem Produktionsplan terminiert werden können.

Industrie 4.0 bedeutet

- höhere Qualität produzieren
- höhere Qualität durch Wiederverwendung und Transparenz von Wissen
- höhere Qualität durch Echtzeitanformation und Erhöhung der Termintreue
- schnellere und effizientere Prozesse mit geringeren Kosten
- höhere Kapazität und damit kürzere Taktzeiten

- neue Qualität in der Kommunikation zwischen Kunde und Lieferant, denn die vernetzte Zusammenarbeit erfordert neue, notwendige Selbstverpflichtungen zwischen den Partnern. ●

Utz Wolters
Leiter des Branchen- und Applikationsmarketings
Mahr GmbH
Göttingen
www.mahr.de



PRÄZISION TRIFFT QUALITÄT: INTELLIGENTE
MESSTECHNIK IN JEDEM PROZESSSCHRITT.

THIS IS **SICK**

Sensor Intelligence.

Immer dann, wenn es um höchste Genauigkeit und Qualität geht, hat SICK die Antwort: intelligente Messtechnik vom Experten, der Licht in die Industrie gebracht hat. Eine besondere Pionierrolle, die auf langjähriger Erfahrung und unseren Innovationen in optischer Sensortechnik basiert. Wir sichern effiziente Prozesse und lösen auch komplexe Messaufgaben. Egal, ob Oberflächen, Durchmesser, Dicken oder Breiten bestimmt, ob Produkte positioniert oder vermessen werden sollen. Damit Ihre Produkte so perfekt sind, wie Sie es wollen. Wir finden das intelligent. www.sick.de/messsensoren

Vorfahrt für mobile Messgeräte und intuitiv zu bedienende Software

UWE KELLER

Industrie 4.0 steht für eine hohe Varianz an Produkten, die in der Fabrik gefertigt werden müssen. Für die Qualitätssicherung bedeutet dies: Sie muss kleine, mobile Messgeräte nahe oder in der Fertigungslinie bereitstellen. Diese Geräte müssen einfach zu bedienen sein.

Die Anforderungen an die Qualität und damit auch die Qualitätssicherung steigen in der Industrie von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge immer weiter. Dies ist auch einer Miniaturisierung beispielsweise durch Reduzierung der Querschnitte geschuldet, um kompakter und leichter zu bauen. Nur wer hochwertige Produkte fertigt, hat nachhaltigen Erfolg. In diesem Zuge kommt auch der Messtechnik in den Unternehmen eine immer größere Bedeutung zu.

Schnell erlernbare Abläufe und intuitive Bedienoberflächen stehen bei der Entwicklung neuer Verfahren klar im Vordergrund. Anbieter von Messtechnik sind bestrebt, dem größer werdenden Nutzerkreis der Geräte Rechnung zu tragen. Um diesen Nutzerkreis effizient einzubinden, muss die Messtechnik den Messraum verlassen und sich mobil in der Fertigung

bewegen. Darin liegt die Herausforderung an die Qualitätssicherung 4.0. Heutzutage geht es nicht mehr um Messschieber und Bügelmessschraube, sondern vielmehr um kleine Messgeräte, mobile Messeinheiten und Messstationen. Diese Varianz an Möglichkeiten und Ausdehnung in die Breite sind eine Grundvoraussetzung für das Gelingen von Industrie 4.0.

Ohne Messtechnik 4.0 wäre auch Industrie 4.0 zum Scheitern verurteilt, denn der Informationswolke „Big Data“ fehlen wichtige Verknüpfungsinformationen um an anderer Stelle die richtigen Schlüsse zu ziehen.

Der Kern dieses Ansatzes sind schnell und intuitiv zu bedienende Software-Tools, die dem Anwender Informationen liefern, um die gestellten Anforderungen zu lösen. Im Idealfall entfallen lange Schulungen, und man benötigt auch kein über Jahre angeeignetes Spezialwissen.

Der Messtechniker wird für komplexe Aufgaben immer noch benötigt, aber die Qualitätssicherung wird nicht mehr zum Flaschenhals. Man findet heutzutage viele Produkte im Markt, welche diesen Ansatz gewählt haben, aber am Ende ist die Messtechnik noch lange nicht.

Schneider Messtechnik hat einen Weg gewählt, den es bis dato nicht im Markt gibt. Gemeinsam mit A-Kunden wurde ein praxisnahes Konzept entwickelt und zur Marktreife gebracht. Ist das System eingeschaltet, geht der Rest ganz ohne Knopf- oder Tastendruck: Die Software erkennt das Teil im Bildfeld, ordnet blitzschnell das Programm zu und startet den Messvorgang. Anschließend steht dem Anwender ein zeichnungskonformes Messprotokoll, ein grafisches Protokoll als Datei und als Overlay auf dem Livebild der Kamera zur Verfügung. Erleichtert wird die visuelle Wahrnehmung durch eine farbliche Ken-

Die kompakte Bauform zeichnet das mobile Wellensegmentmessgerät aus. Zusammen mit dem Toughbook ist es selbst in der rauesten Umgebung einsetzbar.

Fotos: Dr. H. Schneider



nung von „gut“ = grün, „schlecht“ = rot bis hin zu „Achtung Toleranzgrenze“ in Gelb. Die Bauteile können sogar spiegelverkehrt aufgelegt werden – das Teil wird dennoch erkannt und die Messung schnell und zuverlässig durchgeführt.

Neben der Ein-Teile-Messung ist die Mehr-Teile-Messung für mehrere identische Teile auf einmal (MMi=Multiple Messung identisch) und auch für mehrere verschiedene Teile auf einmal (MMd=Multiple Messung differierend) funktions sicher integriert. Hierbei ist es nicht notwendig, der Steuerung vorab mitzuteilen, wie viele Teile gemessen werden. Das kann von der einen zur anderen Messung variieren. Die Software erfasst selbstständig alle im Messbereich befindlichen Teile. Auch eine zeitgemäße Art der Programmierung sollte man hierbei nicht außer Acht lassen. Wenn man ein undefiniertes Teil auflegt und es hierfür noch kein Programm gibt, wird dennoch sofort die Kontur erkannt. Die Software sucht sich automatisch den Schwerpunkt und macht eine Ausrichtung. Der Nutzer kann aktiv wählen, ob er durch Markieren mit Maßpfeilen an den Stellen, die ermittelt werden sollen, das Programm erstellt, oder er überlässt alternativ diese Arbeit komplett der Software. Sie erfasst alle messbaren Elemente und integriert diese ins Messprogramm. Am Schluss entfernt man noch jene Elemente aus dem Programm, die für die Messung nicht relevant sind.

Ein mobiles Wellenmessgerät arbeitet komplett kabellos

Innovativ geht es bei Schneider Messtechnik auch in der Wellenmessung zu. Dort ist man schon einen Schritt weiter und hat ein mobiles Wellensegmentmessgerät, das komplett kabelfrei arbeitet. Die Software wurde auf einem „Toughbook“ in der Klasse „full ruggedized“ installiert, das den härtesten Umgebungsbedingungen gerecht wird. Die Verbindung zum



Das mobile Wellensegmentmessgerät wird auf die Welle gesetzt und der Messvorgang gestartet. Die Kommunikation mit der Software erfolgt kabellos.

Messgerät erfolgt über ein geschlossenes WLAN. Dadurch muss auch nicht zwingend immer beides mitgenommen werden. Nach der Messung werden die Daten und gemessenen Werte direkt in ein übergeordnetes Speichersystem übergeben. Neben den Messdaten wäre es auch machbar, die Teilekennung und Positionsdaten zu übermitteln, die eindeutig dem Werkstück zugeordnet sind. Auch dieses Gerät wird bereits von Kunden aus dem OEM-Bereich eingesetzt.

Industrie 4.0 hört nicht an der Haustür auf, weshalb der Fokus immer in zwei Richtungen liegen sollte: Eigensicht und Kundensicht. Zum einen geht es darum, die internen Prozesse und Daten so zu lenken, dass man eine nachhaltige Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit erreicht und die eigenen Produkte qualitäts- und kostenoptimiert fertigstellt. Die Kundensicht bedeutet: Was kann ich meinem Kunden mit der Implementierung von Industrie 4.0 und eben auch Messtechnik 4.0 bieten!

Uwe J. Keller
Bereichsleiter Marketing
Dr. Heinrich Schneider Messtechnik GmbH
Bad Kreuznach

INFORMATIONEN



Über Dr. Heinrich Schneider Messtechnik

Die 1947 gegründete Dr. Heinrich Schneider Messtechnik GmbH hat ihren Sitz in Bad Kreuznach und ist eine Tochter der Allit Aktiengesellschaft. Das Unternehmen gehört mit seinen rund 80 Mitarbeitern zu den Anbietern von berührungsloser Fertigungsmesstechnik. Die Zusammenführung gewachsener Kernkompetenzen aus optischer, mechanischer und taktile Messtechnik ermöglicht die Herstellung von innovativen Produkten für höchste Präzisionsansprüche.

www.dr-schneider.de

Die automatische Mess- und Anwesenheitskontrolle für Bauteile

WOLFGANG HORST MAHANTY

Die Arbeitswelt verändert sich dramatisch und erheblich schneller, als Experten und Trendforscher dies vorhergesagt haben. Der oft propagierte digitale Wandel hat längst alle Bereiche im Unternehmen erreicht und setzt sich unaufhaltsam fort. Diesen Impuls hat man in Karlsruhe aufgenommen und daraus innovative Lösungswege für vielschichtige, automatisierte Mess- und Anwesenheitskontrollen entwickelt.



Bilder: Optimum



Der Arbeitsplatz 4.0 wird zur Voraussetzung, um die Anforderungen einer zukunftsfähigen Montage zu meistern. Die Bildverarbeitungssoftware erleichtert viele Prüfaufgaben und stärkt die Qualitätssicherung.

Mit intelligenten und innovativen Arbeitsplätzen 4.0 gilt das Karlsruher Unternehmen schon länger als Pionier und Trendsetter: Bei der Optimum Datamanagement Solutions GmbH setzt man auf das Zusammenspiel von kognitiver sowie sozialer Ergonomie und erreicht so die automatisierte Zusammenarbeit von Mensch und Computer in Echtzeit. Ab sofort überprüft der „Schlaue Klaus“ Präzisionsteile in der Luftfahrtindustrie auf Anwesenheit.

Wichtiger Bestandteil des Systems ist die durch eine intelligente Datenbank gestützte Bildverarbeitungssoftware „Schlaue Klaus“. Sie verknüpft die reale Fertigung

über Industriekameras und digitale Komponenten, um selbst komplexe und sicherheitsrelevante Bauteile einfach strukturiert, beherrschbar und kontrollierbar zu machen. Mit einer selbstentwickelten Software werden Prozessschritte automatisch erfasst und mit den Vorgaben im System abgeglichen. Fehler in komplexen Mess- und Anwesenheitskontrollen lassen sich so in Echtzeit erkennen und durch die enge Zusammenarbeit von Mitarbeiter und IT-System zuverlässig vermeiden. Nach dem Prinzip „Anleiten – Überprüfen – Bestätigen – Dokumentieren“ arbeiten Mensch und Computer in Echtzeit zusammen.

Durch das selbsterklärende Format entfallen teure Anlernzeiten. Neue Prüflinge lassen sich zudem vom Kunden schnell und einfach anlegen und ins System einpflegen. Die Mitarbeiter werden dadurch deutlich entlastet, da einmal eingelernte Funktionen und Kontrollen nie wieder vergessen werden. Monotone, fehlerträchtige Abläufe werden automatisiert und damit kontrollierbar. Die visuelle Dokumentation aller Teilschritte wird als Prüfprotokoll im System gespeichert und steht jederzeit als Nachweis des Prüfergebnisses zur Verfügung.

Das unter anderem in der Flugzeugkonstruktion bei einem Zulieferer der beiden großen Flugzeughersteller eingesetzte System kontrolliert bereits heute mehr als 100 verschiedene Prüflinge – jeweils von sechs Seiten – auf Anwesenheit. Hierzu werden drei Industriekameras mit jeweils bis zu fünf separaten Beleuchtungseinheiten in einem geschlossenem Systemgehäuse eingesetzt. Durch die Kapselung werden optische Störungen von außen zuverlässig verhindert.

In Verbindung mit der intelligenten Auflage kann der einzelne Prüfling sowohl horizontal als auch vertikal, jeweils über 360 Grad verlässlich kontrolliert werden. Dabei kann jede beliebige Position (auf ein Grad genau) angefahren werden. So erkennt der „Schlaue Klaus“ nach dem Anlernen die Anwesenheit von einzelnen Anbauteilen, Verschraubungen, Muttern, Dichtungen und Beschriftungen.

Der Mitarbeiter am Gerät beobachtet die Anwesenheitskontrolle direkt über den

Bildschirm und bekommt zu jeder angefahrenen Position eine deutlich sichtbare Rückmeldung in Echtzeit. Nach Abschluss der Kontrolle wird vom System automatisch ein Prüfprotokoll erzeugt, das jede einzelne Position dokumentiert und abspeichert. Erkannte Fehler oder Abweichungen werden ebenfalls in Echtzeit vom System identifiziert und direkt an den Mitarbeiter zurückgemeldet und zugleich im Protokoll aufgezeichnet. Durch die einfache Versionierung kann das System jederzeit erweitert werden. Es können mehr als 100 verschiedene Prüflinge kontrolliert werden, Grenzen nach oben sind kaum gesetzt.

Die zündende Idee liefert der Käsedrehteller

Automatisierte Anwesenheitskontrollen bei Bauteilen müssen einfach strukturiert sein und komplexe Aufgaben in überschaubare Teilschritte zerlegen. An jedem

Punkt muss eine zuverlässige Kontrolle und Dokumentation möglich sein, sonst leidet der Anspruch, Fehlerquoten deutlich zu minimieren. Dabei setzt Optimum auf die Einfachheit der Problemlösung. Zunächst war für die Aufgabe bei dem Luftfahrtzulieferer eine komplexe Lösung mit vier Kameras an den Innenseiten – dies war aber gar nicht nötig. Ein Käsedrehteller gab den entscheidenden Impuls, dass eine 360-Grad-Betrachtung mit drei Kameras vor einem Drehteller einfacher, pragmatischer und zielführender umzusetzen ist.

Der „Schlaue Klaus“ wird individuell an die Situation und die Aufgabenstellung vor Ort angepasst. Die Systeme finden neben der Mess- und Anwesenheitskontrolle auch in der Montage- und Logistik Verwendung. Neben der Luftfahrttechnik gehören die Automobilindustrie, Weiße Ware, der Maschinen- und Anlagenbau und andere Bereiche zum Kundenkreis des Unternehmens.

INFORMATIONEN



Über Optimum

Die Optimum Datamanagement Solutions GmbH entwickelt in der Technologieregion Karlsruhe intelligente Bilderkennungssysteme für die Montage und Logistik. Mit dem „Schlaue Klaus“ hat sie eine innovative Komplettlösung geschaffen. Das Unternehmen schafft Lösungen für das schnelle und sichere Erkennen, Prüfen und Vermessen in Produktion und Logistik und bietet schlüsselfertige Komplettsysteme für die industrielle Bildverarbeitung – Kamera, Licht, Rechner, Software und den Sonder-Maschinenbau an.

www.optimum-gmbh.de

Wolfgang Horst Mahanty
Geschäftsführer/Vertrieb
OPTIMUM datamanagement solutions GmbH
Karlsruhe



Industrie 4.0 beginnt im Sensor oder Feldgerät. Sie liefern die grundlegenden Daten für die digitale Vernetzung von Anlagen und Produktionsprozessen in einem „Internet der Dinge“. Mit seinen innovativen Sensor- und Interfacetechnologien ermöglicht Pepperl+Fuchs schon heute das intelligente Zusammenspiel von Prozess- und Produktionseinheiten. Lassen Sie sich inspirieren unter www.pepperl-fuchs.de/sensorik40

Präzise positionieren bei Montage und Qualitätssicherung

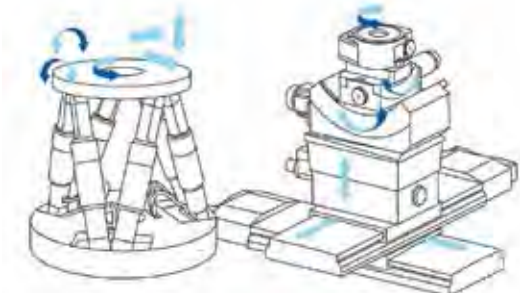
STEFFEN ARNOLD

Optische Komponenten, Glasfasern in der Photonik, mobile Endgeräte und hochwertige Arm-
banduhren haben mehr gemeinsam, als man denkt. In allen Fällen geht es darum, bei der
Montage die einzelnen Komponenten präzise zu positionieren, meist sogar in mehreren
Achsen. Während der Fertigungsprozesse und bei der Qualitätssicherung gilt es, auf engstem
Raum mit höchster Genauigkeit zu arbeiten.



Mit Stellbereichen bis 34 Millimetern und 42 Grad in den linearen beziehungsweise rotatorischen Achsen und 0,04 Mikrometern Aktorauflösung eignet sich dieser mit bis zu fünf Kilogramm belastbare Miniatur-Hexapod für viele Anwendungen in der Mikromontage und Qualitätssicherung.

Im Gegensatz zur seriellen Kinematik wirken bei parallelkinematischen Systemen alle Aktoren unmittelbar auf die gleiche Plattform. Dadurch ist die Genauigkeit deutlich höher.



Bilder: PI

Die Spanne reicht von „manueller Manipulation“ unter dem Mikroskop bis hin zu vollständig automatisierten, kamerabasierten Lösungen. Die Mikroproduktionstechnik verlangt sowohl bei der Montage als auch bei der Qualitätssicherung nach präzisen, meist mehrachsigen Positioniersystemen, die möglichst kompakt sein sollen, um sich gut in die Fertigungseinheiten zu integrieren. Dabei müssen häufig geringe Massen positioniert werden.

Beispiele finden sich auch in anderen Sparten, zum Beispiel bei der Produktion mobiler Endgeräte oder Tablets, wenn Bauteile im Gerät für das Verkleben exakt ausgerichtet und in Position gehalten werden müssen. Gleiches gilt für das Justieren optischer Linsen in Objektiven, Ferngläsern oder auf Kamera-Sensorchips, beispielsweise für Rückfahrkameras im Kfz-

Bereich. Auch die Photonik stellt solche Anforderungen, wenn die Fasern exakt positioniert werden müssen, um das so genannte „First light“ zu erreichen.

Sind solche Arbeitsabläufe voll- oder teilautomatisiert, ist man auf die Signale externer Sensoren, Kameras oder Machine-Vision-Lösungen angewiesen. Das verwendete Positioniersystem sollte sich deshalb möglichst leicht in den Automatisierungsverbund integrieren lassen; eine Forderung, die für die Mikromontage ebenso gilt wie für die Qualitätssicherung.

Hexapoden bevorzugt

Die Praxis zeigt, dass sich in solchen Fällen parallelkinematische Systeme anbieten. Ein gutes Beispiel sind Hexapoden, also sechsachsige parallelkinematische Systeme, die im Mikro- und Submikrometerbe-



Die Photonik stellt hohe Anforderungen, wenn die Fasern exakt positioniert werden müssen, um das so genannte „First light“ zu erreichen.

reich genau positionieren. Aufgrund ihrer hohen Steifigkeit haben Hexapoden ein ausgezeichnetes Regel- und Einschwingverhalten. Sie positionieren die Lasten, also Bauteile, Kamerasysteme oder Fasern, in sechs Achsen im Raum, drei linearen und drei rotatorischen. Dabei wirken alle Antriebe auf eine einzige bewegte Platt-

Die Mikroproduktionstechnik verlangt bei Montage und Qualitätssicherung nach präzisen, meist mehrachsigen Positioniersystemen. Der Hexapod lässt sich dank seiner hohen Quersteifigkeit in beliebiger Richtung montieren.



Handtellergröße, parallelkinematische Spacefabs haben sechs Bewegungsachsen und eignen sich für viele Anwendungen in Mikroproduktion und Qualitätssicherung.



Der Digitalcontroller übernimmt alle notwendigen Berechnungen, um die vom Anwender in kartesischen Koordinaten vorgegebenen Fahrbefehle für das parallelkinematische Sechssachssystem umzusetzen.

form, woraus sich weitere Vorteile gegenüber seriellen, also gestapelten Systemen ergeben: bessere Bahntreue, größere Wiederhol- und Ablaufgenauigkeit, eine geringere bewegte Masse und damit eine höhere Dynamik für alle Bewegungsachsen, kein Mitschleppen von Kabeln und ein deutlich kompakterer Aufbau. Der Drehpunkt (Pivot-Punkt) des Hexapods ist frei definierbar.

Hexapoden erfordern aufgrund ihres parallelkinematischen Aufbaus eine besondere Ansteuerung. Damit muss sich der Anwender jedoch nicht auseinandersetzen, denn die Hexapoden werden als Komplettlösung mit einem leistungsfähigen Digitalcontroller ausgeliefert. Dieser übernimmt alle Berechnungen, die notwendig sind, um die vom Anwender in kartesischen Koordinaten vorgegebenen Positionier- und Fahrbefehle für das pa-

rallelkinematische Sechssachssystem entsprechend umzusetzen, also die Transformation der kartesischen Soll-Positionen in die Ansteuerung der Einzelantriebe. Außer den Hexapod-Achsen kann der Digitalcontroller noch zwei weitere Achsen ansteuern, zum Beispiel Linearversteller für eine Grobpositionierung über lange Stellwege oder einen Drehtisch für Bewegungen um 360 Grad.

.....
Steffen Arnold
Leiter Markt und Produkte
Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG
Karlsruhe

INFORMATIONEN



Über Physik Instrumente

Physik Instrumente (PI) mit Stammsitz in Karlsruhe ist ein Hersteller von Positioniersystemen mit Genauigkeiten im Nanometerbereich. Alle Schlüsseltechnologien werden im eigenen Haus entwickelt. Dadurch kann jede Phase vom Design bis hin zur Auslieferung kontrolliert werden: die Präzisionsmechanik und Elektronik ebenso wie die Positionssensorik. Die dafür benötigten piezokeramischen Elemente werden bei der Tochterfirma PI Ceramic in Lederhose gefertigt, einem der weltweit führenden Unternehmen auf dem Gebiet aktorischer und sensorischer Piezoprodukte. Die PI miCos GmbH in Eschbach bei Freiburg ist spezialisiert auf flexible Positioniersysteme für Ultrahochvakuum-Anwendungen sowie parallelkinematische Positioniersysteme mit sechs Freiheitsgraden und Sonderanfertigungen.

www.pi.com

Hochentwickelte Messtechnik für anspruchsvolle Aufgaben

WALTER FRICK

Raus aus dem Prüfraum, rein in die Produktion – so lautet die Marschrichtung für Entwicklungen in der Messtechnik. Immer mit dem Ziel, Taktzeiten zu verkürzen und Produktivität zu erhöhen. Gleichzeitig sind Genauigkeit und höchste Verarbeitungsqualität mit minimalen Fertigungstoleranzen zu gewährleisten.

Foto: Wenzel



Horizontalarm-Messgeräte bieten optimalen Zugang von allen Seiten, beispielsweise bei der Messung von Karosserien.

Ob mikrometeregenaue Längenmessungen von klein bis groß, dreidimensionale optische Inspektion von Oberflächen oder kontaktfreie Ultraschallprüfungen in Kombination mit Robotersystemen: Die Qualitätssicherung arbeitet mit den unterschiedlichsten Verfahren je nach Anwendungsbedarf. Automobilindustrie, Flugzeug- und Maschinenbau, Medizintechnik oder Logistikzentren – alle setzen auf intelligente Qualitätssicherungssysteme für ihre Produktion.

Schub bekommt die Mess- und Prüftechnik durch vielfältige neue Materialien.

Beispiel Triebwerkschaufeln aus Titanaluminid im Flugzeugbau: Die Schaufeln sind nur halb so schwer und dennoch extrem belastbar. Erkenntnisse, wie dieses Material überhaupt erfolgreich in der Serienfertigung verarbeitet werden kann, brachten Atomsonden und hochauflösende Transmissionselektronenmikroskope – Hightech aus der Messtechnik.

Die fortschreitende Automatisierung der Fertigung und die Vernetzung der Produktion stoßen ebenfalls Innovationen in der Messtechnik an. Durch ausgefeilte Mess- und Prüftechnik wird die Qualitäts-

prüfung lückenlos dokumentiert. Millionenfach anfallende Daten werden immer schneller und präziser an übergeordnete Systeme übermittelt. Sie sind wiederum Grundlage für moderne Prozessautomatization. Damit spielt die Mess- und Prüftechnik eine Schlüsselrolle in der intelligenten Fabrik bei Industrie 4.0.

Wie beherrscht man diese Datenflut? Für die Messtechnikhersteller ergeben sich aus dieser Frage neue Aufgaben und Geschäftsfelder. „Die Kunden erfassen mit unseren Produkten sehr viele Einzelinformationen während und nach der Bearbei-



Pumpen und Kompressoren für den Weltmarkt

mit Druckluft- und Vakuumtechnik

Das Fachmagazin des VDMA für Ingenieure und das technische Management. Bestellen Sie kostenfrei! Bitte registrieren Sie sich online, um Ihr persönliches Exemplar zu erhalten:

<http://subscription.vdma-verlag.com> oder senden

Sie eine E-Mail an martina.scherbel@vdma.org

Das Magazin erscheint einmal jährlich im April.



KNOW-HOW



Mess- und Prüftechnik

Mess- und Prüftechnik sind das Herzstück für das Qualitätssiegel „Made in Germany“, bringt es Markus Heseding, Geschäftsführer des Fachverbands Mess- und Prüftechnik im VDMA, auf den Punkt. Der Fachverband vertritt 160 Hersteller. Die Mess- und Prüftechnikbranche hat in Deutschland 25.000 Mitarbeiter. Im Jahr 2014 hat die Mess- und Prüftechnikbranche die Produktionstätigkeit um 3,5 Prozent ausgeweitet und damit erstmals die Marke von 5,05 Milliarden Euro übertroffen.

Es sind überwiegend kleinere und mittelgroße Unternehmen, oft so genannte „Hidden Champions“, die mit ihren technischen Spitzenprodukten weltweit zahlreiche Nischenmärkte äußerst erfolgreich bedienen. Der Export legte 2014 in allen wichtigen Märkten – mit Ausnahme von Russland – zu und konnte insgesamt um fünf Prozent gesteigert werden.

Im gesamten Welthandel mit Mess- und Prüftechnik lag Deutschland mit 28 Prozent Anteil 2014 an der Spitze, gefolgt von China und den USA. Die Unternehmen stehen für Kreativität, Qualität und Verantwortungsbewusstsein. Sie produzieren am Standort Deutschland und sind Teil des Qualitätssiegels „Made in Germany“.

<http://mup.vdma.org>

„... die den Rückschluss auf den Status der Produktion erlauben“, erläutert Rainer Lotz, Geschäftsführer der Renishaw GmbH in Pliezhausen. „Dies ermöglicht eine vorausschauende Instandhaltung, um beispielsweise Stillstand zu vermeiden. Zudem kann der Ausschuss durch die detailliertere Steuerung des Prozesses drastisch gesenkt werden. Darüber hinaus speichern Anwender aus der Automobil- oder der Zulieferindustrie Messdaten beispielsweise eines Zylinderkopfes, gemeinsam mit anderen Daten zum Ausgangsmaterial, Produktionsprozess, Produktionsbedingungen oder zu Umfeldbedingungen. Damit sind alle Informationen rund um diesen Zylinderkopf in einer Datenbank verfügbar“, erläutert er. „Der Bereich Messsoftware und ihre Anbindung an die Produktionssysteme des Kunden werden zunehmend wichtiger“, bekräftigt Lotz.

Verzahnung zwischen Produktion und Qualitätssicherung

Qualitätssicherung wird immer anspruchsvoller. Qualität ist jedoch ein wichtiges Fundament für dauerhafte Kundenzufriedenheit und daher ohne Alternative. Umso mehr ist intensive Aus- und Weiterbildung gefragt, damit aktuelles Fachwissen und

umfassende Methodenkompetenz für die operative Qualitätssicherung in die Betriebe getragen wird. Deshalb ist die Deutsche Gesellschaft für Qualität (DGQ) in Frankfurt am Main ein Partner der Quality Area.

Die DGQ bietet für Aussteller- und Besucher aus dem klassischen Maschinenbau und der Automobilindustrie Workshops und Vorträge an. „Die Metav zeigt, wie Produktionsprozesse und Qualitätssicherung technisch eng mit einander verzahnt sind. Unsere Expertise ergänzt das Angebot um Weiterbildung im Qualitätsmanagement“, sagt Claudia Welker von der DGQ Weiterbildung. Zur Sprache kommen die Revision der ISO 14.000 und ihre Auswirkungen auf die Unternehmen, Qualität 4.0 oder die aktuellen Normen zur geometrischen Produktspezifikation. „Unser Angebot zielt speziell darauf, auch kleine und mittlere Unternehmen bei diesen Themen auf den neuesten Stand zu bringen und fit zu machen für die Null-Fehler-Produktion“, ergänzt Welker. ●

Walter Frick
Fachjournalist

Impressum

Herausgeber und Verlag

VDMA Verlag GmbH
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt
www.vdma-verlag.com

Geschäftsführung

Stefan Prasse, Holger Breiderhoff

Verlagsleitung Zeitschriften

Manfred Ottawa
manfred.otawa@vdma.org

Redaktion

Georg Dlugosch
Telefon +49 7423 8499477
info@dlugosch.org

Anzeigen

Verlagsvertretung
Baden-Württemberg und Hessen
Armin Schaum
Telefon +49 69 95408775
verlagsbuero.schaum@t-online.de

Verlagsvertretung
Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen
Gabriele Schneider
Telefon +49 5206 91500
g.schneider@gs-media-service.de

Druckauflage

8.000 Exemplare

Layout und Design

VDMA Verlag GmbH

Produktion

designtes, Frankfurt

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock
GmbH & Co. KG, Frankfurt am Main

Copyright

Veröffentlichungen in jeder Form, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der VDMA Verlag GmbH und unter ausführlicher Quellenangabe gestattet.

Hinweis

Gezeichnete Artikel geben nicht unbedingt die Meinung des Herausgebers wieder. Für unverlangt eingesandte Manuskripte haftet der Verlag nicht.

ISSN 2366-777X

Eine Beilage zu den VDMA Nachrichten.

Future Manufacturing lesen und gewinnen

In jeder Ausgabe des VDMA-Specials Future Manufacturing verlosen wir attraktive Preise unter den Einsendern richtiger Antworten auf unser Technik-Rätsel. Die Antworten finden sich immer auch im Heft.

Und so geht's:

Die Fragen richtig beantworten, Kontaktdaten vermerken und an den VDMA Verlag, z. Hd. Manfred Ottawa, Lyoner Straße 18, 60528 Frankfurt, per Post schicken
oder mailen an manfred.otawa@vdma.org
oder Fax senden an **069 6603 2580**
Einsendeschluss **10. April**

Unter den richtigen Einsendungen unseres Rätsels verlosen wir
5x1 Kopfhörer HD 471 von Sennheiser



FRAGE 1 Wie viele Smartphone-Nutzer (über 14 Jahren) gab es 2015 einer Untersuchung des Bitkom zufolge in Deutschland?

- ANTWORT**
- 24 Millionen Deutsche
 - 34 Millionen Deutsche
 - 44 Millionen Deutsche

FRAGE 2 Wie viele Handy-Benutzer telefonieren regelmäßig mit diesem Gerät?

- ANTWORT**
- 60 Prozent
 - 70 Prozent
 - 80 Prozent

Ja, ich bin damit einverstanden, dass der VDMA Verlag mich per eMail informiert. Meine Daten werden nicht an Dritte weitergegeben. Dieses Einverständnis kann ich jederzeit widerrufen.

NAME **VORNAME**

FIRMA

STRASSE/PLZ

ORT

TELEFON **E-MAIL**

Die Gewinnbenachrichtigung erfolgt per E-Mail. Zur Teilnahme an dem Gewinnspiel sind alle volljährigen und geschäftsfähigen Personen berechtigt, die die Antworten bis zum Einsendeschluss abgeschickt haben. Die Preise (Abbildung ähnlich) werden nur in der ausgelobten Form vergeben, sie sind nicht auszahlfähig. Die Verlosung findet unter allen richtigen Einsendungen statt. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – einschließlich deren Angehörigen – des VDMA sowie dessen Gliederungen und Gesellschaften sind nicht teilnahmeberechtigt. Pro Teilnehmer ist nur ein Gewinn möglich.