

QUALITY ENGINEERING

Messmittel

Probelauf für den digitalen Kalibrierschein hat begonnen
» Seite 10

Roundtable

Expertenrunde sieht OPC UA als Basis für smarte Messtechnik
» Seite 18

Control

Intuitiv bedienbare Messgeräte: Mittel gegen Fachkräftemangel
» Seite 26

Bildverarbeitung

Richtlinienreihe macht Vision fit für den Einsatz von KI
» Seite 50

TITELSTORY

CT: Präzise bis auf den Mikrometer

» Seite 30

Qualität in der Fertigung



**Solutions for all industries –
we are the experts for your challenge.**

Securing Quality Together

**HALL 9
9105**



EUROPE

www.accretech.eu

Austausch für Mensch und Maschine

Es ist wieder so weit – die Control steht vor der Tür. Im vergangenen Jahr war dies noch eine große Nachricht. Denn nach zwei Jahren Zwangspause konnte die Leitmesse für Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement 2022 endlich wieder stattfinden. Mittlerweile es ja fast wieder Normalität, sich auf Messen oder ähnlichen Großveranstaltungen mit anderen Menschen zu treffen.

Da ist es ganz gut, sich daran zurückzuerinnern, wie froh wir alle im vergangenen Jahr waren, als wir uns in Stuttgart endlich wieder persönlich austauschen und an den Ständen interessante Gespräche führen konnten. Corona hat gezeigt, dass sich vieles, aber eben nicht alles über den Online-Weg erledigen lässt. Wir Menschen sind soziale Wesen und brauchen den persönlichen Kontakt. Entsprechend freut sich die Redaktion von Quality Engineering, im Mai auf der Control spannende Interviewpartner zu treffen und interessante Gespräche zu führen.

Dabei wird es in Stuttgart nicht nur um den Austausch zwischen Menschen gehen. Mit einer speziellen OPC UA Companion Specification steht jetzt ein Standard bereit, mit dem sich geometrische Messsysteme in die smarte Fabrik einbinden lässt. Das entsprechende Dashboard, das der VDMA und die involvierten Hersteller auf der Control präsentieren, wird eines der Highlights der Messe sein.

OPC UA ist quasi die Lingua Franca für die Industrie 4.0. Er sorgt dafür, dass die Maschinen unterschiedlicher Hersteller miteinander kommunizieren können. Somit senkt der Standard die Hürden für die digitale Transformation in der Fabrik. Und dass es nun eine Spezifikation für die Messtechnik gibt, unterstreicht die wichtige Rolle, die diese in der Produktion spielt.

Über die Möglichkeiten, die sich dadurch ergeben, haben wir mit Experten von Zeiss, Hexagon und Wenzel auf einem virtuellen Roundtable gesprochen. Der Beitrag auf Seite 18 eröffnet unser Special, das dieses Mal die Control in den Fokus stellt. Das Gespräch mit den Experten hat zwar gezeigt, dass die OPC-UA-Spezifikation und das dazugehörige Dashboard noch nicht alle Use Cases umfassen, die anvisiert sind. Aber ein Anfang ist gemacht. Das Fundament für die smarte Fabrik ist gebaut.



Markus Strehlitz, Redaktion
qe.redaktion@konradin.de

Folgen Sie uns auch auf diesen Kanälen



Twitter:
[@Redaktion_QE](https://twitter.com/Redaktion_QE)

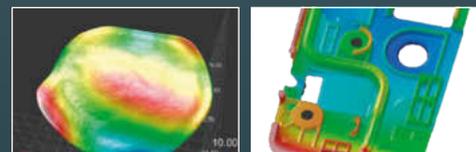
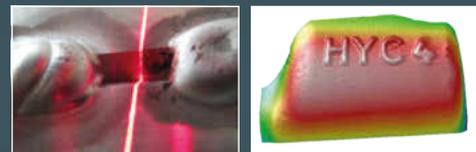


LinkedIn:
[hier.pro/DFqYU](https://www.linkedin.com/company/hier.pro/DFqYU)



Präzise 3D-Sensoren für Geometrie und Oberflächeninspektion

- Präzise Geometrie-, Form- und Oberflächenprüfung
- μm -Genauigkeit zur Erkennung feinsten Details
- Ideal zur Inline-Überwachung in Fertigungsprozessen
- Leistungsstarke Software zur Lösung von 3D-Messaufgaben und Inspektionsaufgaben



Besuchen Sie uns
Control | Stuttgart | Halle 9 | Stand 9309

Kontaktieren Sie unsere
Applikationsingenieure:
Tel. +49 8542 1680

micro-epsilon.de/3D



Treibbild: Quality Engineering

IM FOKUS
Roundtable
zum Standard
für die smarte
Messtechnik
 » Seite 18

Die Highlights der Control: Automatisierung, digitale Lösungen und die neue OPC-UA-Spezifikation

MANAGEMENT

Agile Entwicklung

Aus reinem Testen muss Quality Engineering werden 06

Eine Redaktion – zwei Meinungen

Wie viel Flexibilität im Alltag ist sinnvoll? 09

Rückführbarkeit von Messergebnissen

Der digitale Kalibrierschein wird schon bald Realität 10

QM-Software

Anbieter von Sonnen- und Wetterschutz strukturiert seine Qualitätsprozesse 12

Personal & Karriere

Die MINT-Studienfächer leiden an sinkendem Interesse 15

Alles was Recht ist

Wer haftet bei fehlerhaften Kundenvorgaben? 16

IM FOKUS: CONTROL

Roundtable

Experten-Talk zum OPC-UA-Standard für die Messtechnik 18

Kontur- und Rauheitsmessung

Metallverarbeiter setzt auf Profil- und Oberflächenkontrolle direkt in der Produktion 23

Trends auf der Control

Automatisierung und Digitalisierung stehen im Mittelpunkt 26

Messechefin im Interview

Bettina Schall über die Control-Highlights und die Stimmung in der Branche 28

Spritzgießen

CT-Gerät spart Zeit beim Messen von kleinen Teilen 30

Computertomografie

Mittelständischer Kunststoffverarbeiter nutzt Einstiegsgerät von Zeiss 34

Sportwagenproduktion

Berührungslose Dimensionsprüfung mit Hilfe von Multisensorik 36

Sichtprüfung

Software auf Basis von künstlicher Intelligenz entlastet den Werker 40

Pulverbeschichtungen

Fotothermische Messsysteme lassen sich in Produktionsprozesse einbinden 42

Inspektion von Halbzeugen

Kamerabasierte Inline-Qualitätskontrolle im freien Fall 44

TECHNIK

Lebensmittelindustrie

Wärmebildkameras sichern Qualität von leicht verderblichen Waren 47

Bildverarbeitung

Die Richtlinie VDI/VDE/VDMA 2632 passt sich den neuen Anforderungen an 50

Betonfertigteile

Bildverarbeitung ermöglicht zuverlässige und automatische Qualitätskontrolle 52

News und Produkte 54

Bild: Travel mania/stock.adobe.com



Daks und PTB forcieren mit dem digitalen Kalibrierschein die Digitalisierung und Automatisierung von Fertigungs- und Qualitätsüberwachungsprozessen.

» Seite 10

Bild: Accretch



Metallverarbeiter PEL Pintossi führt Profil- und Oberflächenkontrollen direkt in der Produktion durch.

» Seite 23

QUALITY WORLD

Zerstörungsfreie Prüfung

Kameras und Ultraschalltechnik entdecken neue Kammer in der Cheops-Pyramide

58

Firmenindex

59

Impressum

59

QUALITY ENGINEERING

FOLGEN SIE UNS AUCH AUF DIESEN KANÄLEN:



Twitter:
@Redaktion_QE



LinkedIn:
hier.pro/DFqYU

Mitutoyo

www.mitutoyo.de

55 Jahre in Deutschland
Messtechnik von Mitutoyo



MiCAT Planner

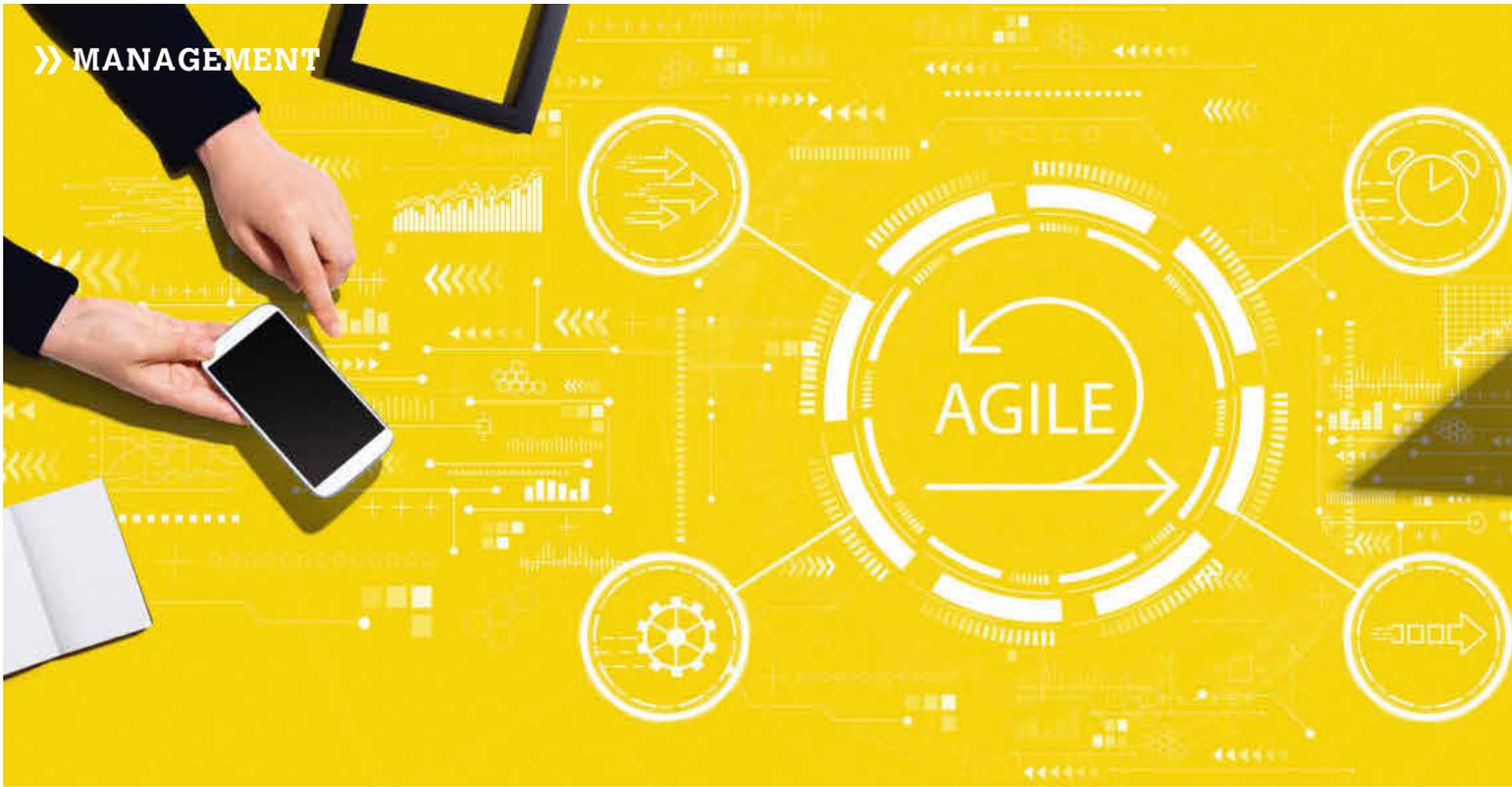
Um bis zu 90 Prozent gegenüber herkömmlichen Verfahren reduziert MiCAT Planner den Programmieraufwand beim Ausarbeiten von Teileprogrammen für Koordinatenmessgeräte. So spart die hochinnovative Mitutoyo Software erheblich Zeit – und damit Geld. Heben Sie Ihre Qualitätssicherung auf die nächste Stufe!



BESUCHEN SIE UNS!
09. – 12. MAI 2023, STUTT GART

NEU! HALLE 3
STAND 308





World Quality Report zum Status der Softwareentwicklung

Agile Entwicklung braucht integrierte Qualitätssicherung

Agile Entwicklung hat sich als erstes in der Softwarebranche durchgesetzt. Somit lohnt sich ein Blick auf die Erfahrungen der Branche. Deren Akteure sagen, dass agile Entwicklung nur dann funktioniert, wenn sich die Funktion der Qualitätssicherung vom reinen Testen zum eigentlichen Quality Engineering wandelt.

» Sabine Koll

Unternehmen entwickeln zunehmend ein Bewusstsein dafür, wie eine Qualitätssicherungsstrategie Risiken bei der Implementierung neuer IT-Technologien ausgleichen kann. Dies ist eines der zentralen Ergebnisse der 14. Ausgabe des World Quality Reports von Capgemini, Sogeti und Micro Focus. Für den Report, der sich mit der Softwareentwicklung befasst, wurden im vergangenen Jahr mehr als 1.750 Führungskräfte in 32 Ländern und zehn Branchen befragt.

Demnach gehen 88 % der Befragten davon aus, dass sie ohne eine Strategie für Quality Engineering und Testing (QE&T) bei der Einführung neuer Technologien Marktanteile an Wettbewerber verlieren würden. Neun von zehn Unter-

nehmen rechnen bei fehlender QE&T-Strategie mit erhöhten Kosten. Zugleich wandelt sich die Qualitätssicherung rasant vom reinen Testen hin zum Einsatz konkreter Praktiken für Quality Engineering.

Qualitätsexperten kommt eine zentrale Rolle zu

Agile Entwicklung und digitale Transformation sind nach wie vor die wichtigsten Treiber für weitere Investitionen in die IT. All diese Entwicklungen haben direkte Auswirkungen auf die Weiterentwicklung der IT-Qualität und der Softwaretests. Mehr noch: Nach der Studie spielen Qualitätsexperten und -teams eine entscheidende Rolle bei der agilen Transformati-

on, in der Devops eine zentrale Rolle spielt.

Der Begriff Devops ist eine Kombination der Wörter „Development“ und „Operations“. Die Philosophie zielt darauf ab, zwischen Entwicklung und Betrieb eine veränderte Denkweise und eine bessere Zusammenarbeit zu implementieren, um historisches Silodenken zu überwinden. Der Devops-Ansatz automatisiert und optimiert die Prozesse zwischen Softwareentwicklung und operationalen IT-Teams, damit Software schneller und zuverlässiger erstellt, getestet und freigegeben werden kann. Bei einem Devops-Modell arbeiten Entwicklungs- und Betriebsteams über den gesamten Lebenszyklus von Softwareanwendungen – von der



Der World Quality Report zeigt, dass Unternehmen durch die Einführung agiler Methoden in der Softwareentwicklung erhebliche Verbesserungen hinsichtlich Produktqualität erzielen.

»Investitionen in eine solide Qualitätssicherung sind die Grundlage für Unternehmen, flexibel, reaktions- und anpassungsfähig zu bleiben. Wir sehen zunehmend, dass diese wichtige Funktion einen spürbaren Einfluss auf den allgemeinen Geschäftserfolg, die Ertragskraft und sogar auf die Nachhaltigkeit eines Unternehmens haben kann.«

Dirk Kain, Leiter Sogeti Deutschland

Entwicklung und dem Test über die Bereitstellung bis hin zum Betrieb – zusammen.

Qualitätsteams in jeder Phase der Entwicklung

Eines der befragten Unternehmen sagte während eines Interviews für die Studie: „Die Devops-Transformation sollte schneller voranschreiten. Und Qualitätsteams sollten die Führung übernehmen, da sie für diese Aufgabe am besten positioniert sind zwischen Entwicklung und Betrieb.“ Im Zuge der Devops-Transformation haben viele Unternehmen erkannt, dass die Integration von QE&T in jeder Phase der Produktentwicklung entscheidend ist, um letztlich das volle Po-

tenzial der agilen Entwicklung auszu-schöpfen.

Dirk Kain, Leiter von Sogeti in Deutschland, bestätigt diese Entwicklung: „In den vergangenen Jahren hat sich die Entwicklung digitaler Plattformen und die generelle Modernisierung von Anwendungen in beispielloser Weise beschleunigt. Gleichzeitig bedeuten Herausforderungen in der Lieferkette, das Risiko von Cyberangriffen sowie der anhaltende Fachkräftemangel, dass die Situation für Unternehmen noch nie so komplex war wie heute. Investitionen in eine solide Qualitätssicherung sind die Grundlage für Unternehmen, flexibel, reaktions- und anpassungsfähig zu bleiben. Wir sehen zunehmend, dass diese wichtige Funktion einen spür-



Control
09. – 12.05.23
Halle 5
Stand 5201

TomoScope® S Plus – die Evolution von Messbereich und Genauigkeit

- Einzigartige Messgeschwindigkeit
- Kompakt, flexibel und hochgenau

Wir setzen Maßstäbe Produktneuheiten 2023

VideoCheck® UA – die nächste Generation

- Optimierte Bauweise für höchste Präzision
- Multisensor-Koordinatenmessgerät mit weltweit genauester Spezifikation
MPE für E_{uni} : $0,15 \mu m + (L/2000) \mu m$
[L in mm]



Werth Messtechnik GmbH
Siemensstraße 19
35394 Gießen, Deutschland

mail@werth.de
Tel. +49 641 7938-0

Das hat sich durch agile Softwareentwicklung verbessert

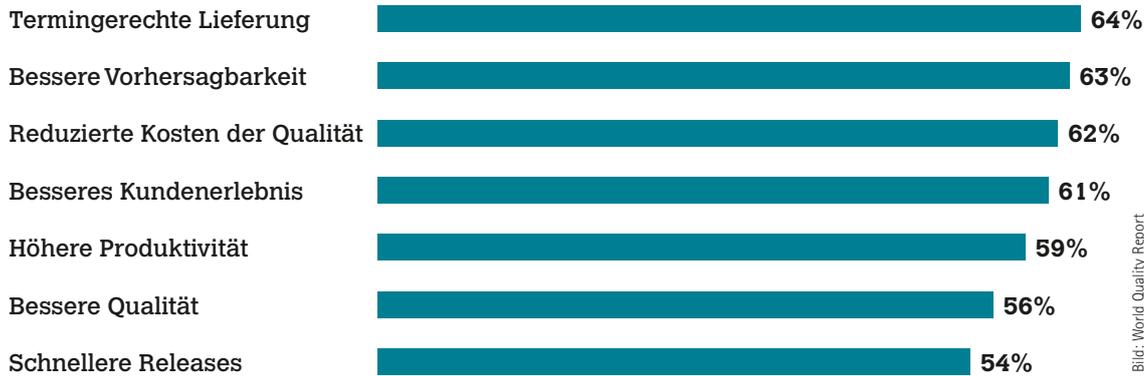


Bild: World Quality Report

64 % der Befragten nennen im World Quality Report eine termingerechte Lieferung als die größte Verbesserung durch agile Entwicklung, gefolgt von geringeren Kosten für Qualitätssicherung und eine verbesserte Kundenerfahrung.

baren Einfluss auf den allgemeinen Geschäftserfolg, die Ertragskraft und sogar auf die Nachhaltigkeit eines Unternehmens haben kann."

Der World Quality Report zeigt, dass Unternehmen rund um den Globus durch die Einführung agiler Methoden in der Softwareentwicklung erhebliche Verbesserungen erzielen können: 64 % der Befragten nannten eine termingerechte Lieferung als die größte Verbesserung sowie geringere Kosten für Qualitätssicherung (62 %) und eine verbesserte Kundenerfahrung (61 %). Allerdings tun sich Unternehmen weiterhin schwer, die agile Entwicklung in Anwendungspaketen und Unternehmenssystemen anzuwenden. Insbesondere stellt es eine Herausforderung dar, Arbeitsabläufe im Enterprise Resource Planning (ERP) sowie Ende-zu-Ende-Geschäftsprozesse in einem einzigen Backlog – also einer To-Do-Liste zusammenzufassen.

Im Vergleich zu anderen Ländern befinden sich agile Softwareentwicklung und die Qualitätssicherung in Deutschland laut Sven Eutener, Leiter Quality Engineering & Testing bei Sogeti Deutschland, in einer „heißen Phase“: „Die Einführung agiler Methoden war nicht so einfach und produktiv, wie wir gehofft hatten. Sie ist sehr heterogen. Auch wenn eine gewisse Form der Umstellung des Ansatzes stattgefunden hat, vermuten wir, dass sie eher ad hoc erfolgt“, so Eutener.

Deutschland hat Bedarf an klassischem Testwissen

„Es scheint keinen definierten Zielzustand zu geben, und die Teams sind wahrscheinlich nicht dort, wo sie sein wollen, insbesondere aus Sicht der Qualität“, stellt Eutener fest. „Die Teams haben erkannt, dass sie mehr Kenntnisse in der Testmethodik benötigen und dass sie nur dann gute Testscenarien entwickeln können, wenn sie über Testmethodiken verfügen.“ Mehr noch, wundert sich Eutener: „Wir stellen auch eine steigende Nachfrage nach klassischen Testfähigkeiten wie Äquivalenzklassenanalyse und Testmanagementfähigkeiten fest. Dies ist seltsam, weil man mit dem Aufkommen von agilem Vorgehen erwarten könnte, dass der Bedarf hier schwindet.“

Doch der Sogeti-Manager beobachtet auch große Schritte hin zur agilen Entwicklung – insbesondere in der für Deutschland so wichtigen Automobilindustrie: „Hier sind große Veränderungen im Gange. Es sind nicht nur die Autos, die sich verändern, sondern die gesamte

Branche, einschließlich der Unternehmensstrukturen, der Zulieferer-Ökosysteme und mehr und damit auch der gesamten IT-Infrastruktur. Dies wiederum wirkt sich auf die Qualität aus: In einer Branche, in der die Software-Qualitätssicherung in gewissem Maße immer noch isoliert erfolgt, muss der Ansatz jetzt ganzheitlicher sein und funktionsübergreifende Testumgebungen umfassen“, betont Eutener.

Die Testautomatisierung hat an Schwung verloren.

Der World Quality Report 2022 belegt allerdings auch, dass die Testautomatisierung in Deutschland an Schwung verliert. Eutener überrascht dies: „In den vergangenen Jahren haben wir Fortschritte und Enthusiasmus gesehen, aber derzeit scheinen die Unternehmen damit zu kämpfen, ihre Testfälle relevant zu halten.“

Die aktuelle Umfrage befasst sich auch mit den Auswirkungen verschiedener neu aufkommender Technologien auf die Qualität. Während sich digitale Zwillinge und das Metaversum in einigen deutschen Branchen, insbesondere in der Fertigung, demnach gut etablieren, haben andere, wie zum Beispiel Web 3.0 und Quantencomputing, noch keine nennenswerten Auswirkungen. Eutener mahnt: „Es ist höchste Zeit: In Deutschland muss die Qualitätssicherung in den nächsten zwölf Monaten liefern. Insgesamt ist die Nachfrage nach Qualitäts- und Testexpertise in Deutschland enorm, die Ausichten sind also gut.“

i

Webhinweis

Die 14. Ausgabe des World Quality Reports von von Cappgemini, Sogeti und Micro Focus steht hier zum Download zur Verfügung:



<http://hier.pro/18BfY>



Ein Eintrag im Terminkalender kann einengend wirken oder dafür sorgen, dass Dinge auch stattfinden.

Eine Redaktion – zwei Meinungen

Flexibel oder festgelegt?

Agilität ist im Berufsleben schon seit langem das große Zauberwort. Aber bringt Flexibilität im privaten Bereich ebenfalls nur Vorteile? Oder gibt es gute Gründe, sich auch mal festzulegen? Die Redaktion von Quality Engineering hat dazu unterschiedliche Meinungen.



Bild: StudioLine Photography

Sabine Koll, Redaktion Quality Engineering, hasst vollgestopfte private Terminkalender

Das Arbeitsalltag ist schon durchgetaktet von A bis Z, da brauche ich in meiner Freizeit nicht auch noch einen vollen Terminkalender. Abschreckendes Beispiel waren für mich immer enge Freunde: Wollte man mit ihnen ein Treffen ausmachen, musste man sich auf ein Datum in vier oder fünf Monaten einstellen. Spontan geht anders. Die abrupte Wende kam mit Corona:

Plötzlich war es möglich, diese Freunde kurzfristig zu sehen – natürlich im Rahmen der Möglichkeiten, welche die Corona-Regeln zuließen. Okay, langfristig konnte man ja nicht viel planen, weil die Landesregierung die Anzahl der Personen und Haushalte, die man treffen durfte, ohne langen Vorlauf immer wieder veränderte. Im Prinzip reichte ein kurzer Anruf oder eine Whatsapp zu unseren Freunden: Habt Ihr morgen Abend Lust und Zeit? Das war eine herrlich spontane Zeit. Ja richtig: war. Denn seitdem es diesbezüglich keine Beschränkungen der Pandemie mehr gibt, haben wir bei unseren Freunden wieder längere Vorlaufzeiten für Treffen. Aber noch nicht so lange wie vor Corona; ich hoffe weiter auf Spontaneität.

Ja, ich weiß: Wir müssen heutzutage alle agil sein. Aber im Privatleben kann zu viel Flexibilität dazu führen, dass nichts geschieht, nur weil man sich nicht festlegen möchte. Wie oft passiert es, dass man sich mit guten Freunden trifft und sagt: „Das sollten wir öfters machen.“ Doch dann verabschiedet man sich mit den Worten „Bis zum nächsten Mal“ – und geht

auseinander, ohne einen festen Termin zu vereinbaren. Die Folge: Es dauert wieder viel zu lange, bis es ein nächstes Mal gibt, weil andere Dinge wichtiger sind. Würde man aber gleich ein neues Treffen festlegen und in den Kalender eintragen, würde dieses auch stattfinden. Ein anderes Beispiel: Jedes Jahr trifft sich unsere Freundesclique am 26.12., um gemeinsam Weihnachten zu feiern. Nicht am 1. Weihnachtsfeiertag, nicht an Heiligabend und auch an keinem anderen Termin, sondern am 26.12. Der Termin steht fest, Diskussionen finden nicht statt. Und auch hier zeigt sich: Die Verbindlichkeit sorgt dafür, dass wir jedes Jahr eine großartige Feier haben – mit allen lieben Menschen, die dazu gehören.



Bild: Tom Oettle

Markus Strehlitz, Redaktion Quality Engineering, steht auf Verbindlichkeit.

Rückführbarkeit von Messergebnissen

Kalibrierscheine auf Digitalkurs

Der digitale Kalibrierschein wird schon bald Realität: Die Deutsche Akkreditierungsstelle (Dakks) und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) haben die Pilotphase dafür gestartet.

» Sabine Koll

Der digitale Kalibrierschein ist nicht einfach nur ein digitales PDF-Dokument des bisherigen Papierdokuments, sondern eine XML-Datei mit klar definierter Struktur", stellte Maik Stotz, Inhaber von Stotz-Software, auf den Metrologietagen im Herbst 2022 in Böblingen, klar. Die Regeln für den digitalen Kalibrierschein (DCC) und seine Umsetzung werden von der PTB seit 2017 definiert. Nun erfolgte Anfang März 2023 der offizielle Startschuss für die Pilotphase mit Pilotkunden. Während der Pilotphase soll überprüft werden, wie diese maschinen- und menschenlesbaren Kalibrierzertifikate in die Prozesse von akkreditierten Konformitätsbewertungsstellen und deren Kunden integriert werden können.

Der DCC ist das maschinenlesbare Pendant des bisherigen Kalibrierscheins. Er hat eine hierarchische Struktur und besteht aus reglementierten Bereichen, deren Angaben bestimmten Anforderungen genügen müssen, und nicht reglementierten Bereichen, in denen freiere Angaben möglich sind. „Der große Vorteil ist, dass beliebig viele Daten im DCC gespeichert werden können. Die bisherige Beschränkung auf eine DIN-A4-Seite entfällt“, so Stotz. „Dadurch können auch Diagramme und Auswertungen sowie beliebig viele Übersetzungen mitgeliefert werden. Letzteres ist vor allem für international tätige Kunden sehr interessant.“

Wie der bisherige Kalibrierschein gibt auch er Auskunft über die mit einem Gerät zu erreichende Güte eines Ergebnisses. Die rückgeführte Kalibrierung von Geräten ist daher der wesentliche Pfeiler für richtiges und vergleichbares Messen wie es in der industriellen Fertigung unabdingbar ist. Ohne sie ist es nicht möglich, Aussagen zur Qualität eines Produkts zu machen. Der besondere Mehrwert des DCC ergibt sich aus seiner Maschinenlesbarkeit. So können alle in ihm enthaltenen Angaben inklusive der numerischen Kalibrierkurven direkt und automatisiert in alle digital unterstützten Prozesse übernommen werden. „Das heißt, die Daten aus dem Kalibrierschein muss der Kunde nicht mehr wie bisher manuell in die Prüfmittelüberwachung übernehmen“, erläutert Stotz. Damit sparen Unternehmen Zeit – und Fehlerquellen bei der Datenübernahme werden eliminiert.

Erstellt wird der DCC maschinenlesbar in der Extensible Markup Language (XML), die sich international als Datenaustauschformat durchgesetzt hat. „Dennoch muss niemand lernen, XML zu lesen“, betont Stotz. „Wer einen DCC öffnen und lesen will, wird dazu – analog zu einem pdf-Reader – einen DCC-Reader nutzen.“ Ein Beispiel ist Any-DCC von Stotz-Software.

Durch die Maschinenlesbarkeit des DCC profitieren insbesondere digital unterstützte Prozesse – zum Beispiel in der Produktion und Qualitätssicherung – enorm. So kann beispielsweise ein automatischer Ab-



Bild: Travel / mamilastock.adobe.com

Die Deutsche Akkreditierungsstelle und die Physikalisch-Technische Bundesanstalt forcieren mit dem digitalen Kalibrierschein die Digitalisierung und Automatisierung von Fertigungs- und Qualitätsüberwachungsprozessen.

gleich der Daten verschiedener Kalibrierscheine in den komplexen Prozess einer Fertigungskette eingebunden werden. Auf diese Weise wird es möglich, künftig Prozesse entsprechend der im DCC vorgegebenen Rahmenbedingungen optimal zu regeln. Bei der in allen industriellen Bereichen wichtigen Angabe einer Länge ist beispielsweise der Einsatz von Endmaßen abhängig von der Temperatur. Mit den Informationen aus dem Kalibrierschein zur erlaubten Temperatur – zum Beispiel $20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ – und der Angabe der temperaturabhängigen Längenänderung – zum Beispiel für Stahl $11\text{ }\mu\text{m}/(\text{K}\cdot\text{m})$ – können unmittelbar Rückschlüsse auf die Fertigungsgenauigkeit gezogen werden.

Von der Dakks, der nationalen Akkreditierungsbehörde Deutschlands, erhalten die teilnehmenden akkreditierten Stellen das neue digitale Akkreditierungssymbol, mit dem sowohl der DCC als auch PDF-basierte Ergebnisberichte und Konformitätsaussagen gekennzeichnet werden können. Dieses digitale Hoheitszeichen der Dakks ist kryptografisch verschlüsselt und elektronisch verifizierbar. Durch das mit dem digitalen Akkreditierungssymbol verknüpfte Verfahren lässt sich die Identität der Konformitätsbewertungsstelle sowie der Status ihrer Akkreditierung auslesen und die Echtheit des Inhalts als „E-Attestation“ manipulationssicher bestätigen.

DCC stellt die Weichen für die digitale Zukunft

Dakks und PTB stellen mit der Pilotierung des DCC und des digitalen Akkreditierungssymbols die Weichen für die Zukunft. Durch die Integration des Akkreditierungssymbols in das digitale Kalibrierzertifikat werden erstmals alle von akkreditierten Kalibrierlaboren herausgegeben relevanten Informationen vollumfänglich maschinenlesbar bereitgestellt. Auf dieser Basis lassen sich zukünftig Produktionsprozesse und deren Qualitätssicherung automatisieren sowie Effizienzsteigerungen und Kostensenkungen im Prozessablauf erreichen.

Ziel ist es, die Ergebnisse der Pilotphase unmittelbar in die weitere Entwicklung der beiden Digitalisierungsprojekte einfließen zu lassen. Außerdem soll die Festlegung der notwendigen Schnittstellen und Prozesse in Best-Practice-Leitlinien münden, die den Einsatz des DCC für Kalibrierlaboratorien erleichtern. Die Pilotphase wird die Voraussetzungen dafür schaffen, den digitalen Kalibrierschein ebenso wie das digitale Hoheitszeichen der Dakks zügig und großflächig in die praktische Anwendung bringen zu können.



Zukunft sicher gestalten

Die Welt sicherer, komfortabler und nachhaltiger zu machen, ist ein Kernbeitrag von Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Shimadzu Testmaschinen geben Forschung, Entwicklung und Qualitätskontrolle die Gewissheit für belastbare Ergebnisse und das seit über 100 Jahren. Die heutigen Technologien umfassen:

- Statische Materialprüftechnik
- Dynamische Materialprüftechnik
- Härteprüfung
- High-Speed Kamera Systeme



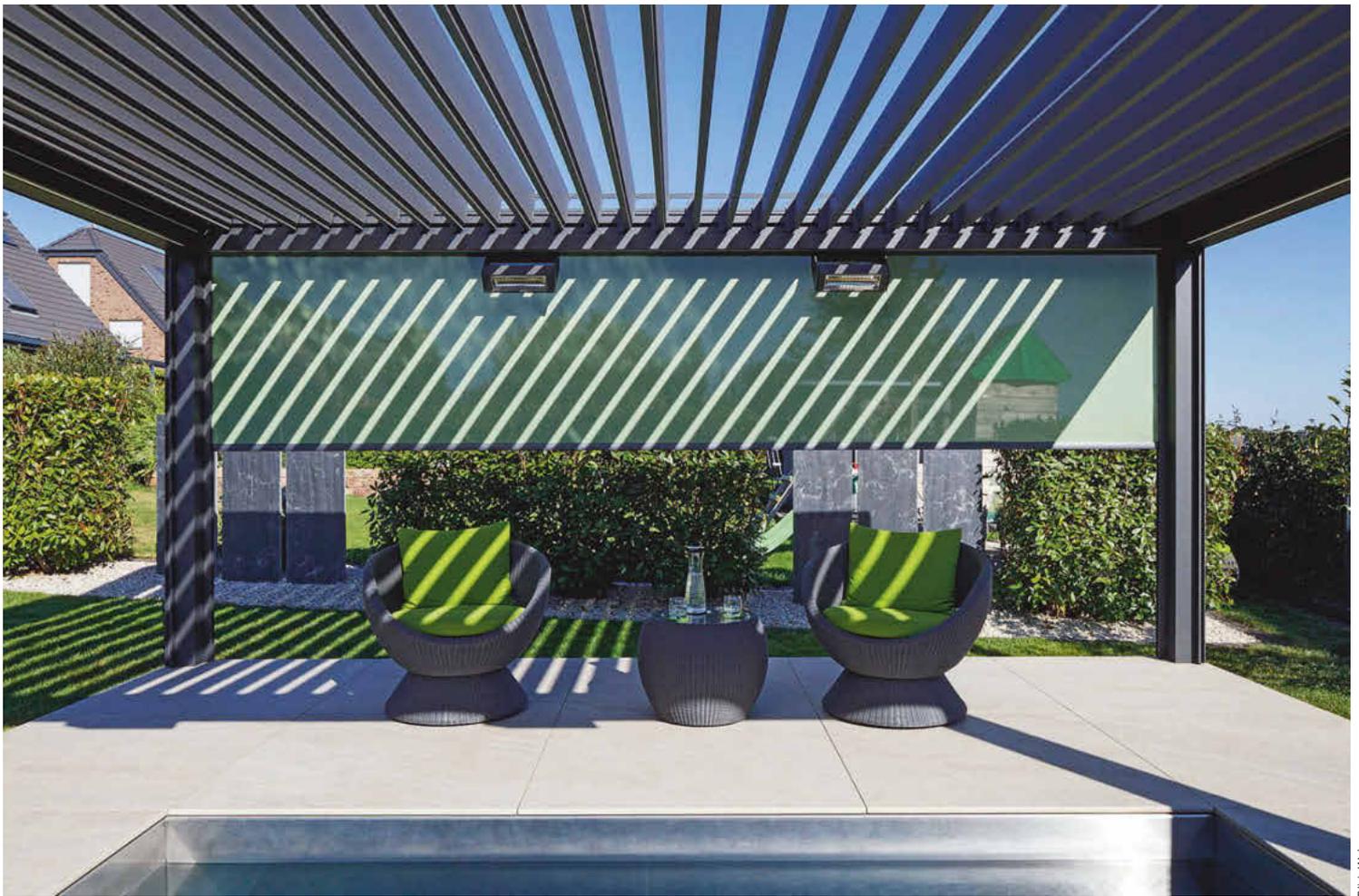


Bild: Weinor

Von FMEA bis zur internen Bearbeitung von Abweichungen – bei der Produktion des Lamellendachs Artares ermöglichte die QM-Software von Beginn an eine optimale Umsetzung.

Qualitätsmanagement

Software garantiert beste Qualität für jede Wetterlage

Weinor, ein Anbieter von Sonnen- und Wetterschutz, setzt beim Qualitätsmanagement auf die Software von Babtec. So konnte das Unternehmen strukturierte Qualitätsprozesse implementieren, welche die Produktqualität nicht nur kurzfristig verbessern, sondern nachhaltig garantieren.



Janine Romanowski
Quality-Managerin
Weinor
www.weinor.de

Als Hersteller von Markisen, Terrassendächern und Wintergärten setzt Weinor auf hochwertige Materialien für ebenso hochwertige Produkte. Wenig überraschend also, dass auch bei der Auswahl adäquater Werkzeuge zur Sicherstellung dieser Qualität viel Wert auf eine geeignete Software-Lösung gelegt wurde.

Bevor sich Weinor für die spezialisierte QM-Software von Babtec entschied, wurden Qualitätsprozesse allerdings noch aufwendig und händisch über Office-An-

wendungen und Excel abgebildet. Auch eine dedizierte Abteilung war bis dato nicht vorgesehen. Umso beachtlicher ist es, dass im Laufe der vergangenen Jahre mithilfe der On-Premise-Lösung Babtec-Q strukturierte Qualitätsprozesse implementiert wurden, welche die Produktqualität nicht nur kurzfristig verbessern, sondern nachhaltig garantieren.

Die Entscheidung, welche Software-Lösung es letztendlich werden sollte, hing dabei von drei wesentlichen Faktoren ab.

Weinor war es in erster Linie wichtig, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter mühelos mit der Software umgehen konnten – eine anwenderfreundliche Bedienbarkeit war daher Voraussetzung. Außerdem nutzt das Unternehmen ein eigens entwickeltes ERP-System, mit dem sich die neue QM-Lösung fehlerfrei verbinden lassen musste.

Die dritte und entscheidende Anforderung: Weinor wollte von Beginn an vermeiden, dass die Software erst über etliche Anpassungen auf die eigenen Prozesse zugeschnitten werden musste, da dies zumeist mit Mehrkosten verbunden ist. Stattdessen sollte bereits die Standardausführung alle Qualitätswerkzeuge und Funktionen liefern, die zu diesem Zeitpunkt benötigt wurden.

Reibungslose Einbindung in die Systemlandschaft

Mit Babtec hat Weinor vor diesem Hintergrund nicht nur einen passenden Anbieter für Software-Lösungen, sondern auch einen optimalen Partner für die Implementierung im Unternehmen gefunden. Die Anbindung an die bestehende Systemlandschaft – inklusive der eigenentwickelten ERP-Software – stellte für die Projektmanager von Babtec keine Herausforderung dar. Die Entwicklung der Schnittstelle sowie die weitere technische Umsetzung verliefen reibungslos. Obwohl die Umstellung auf ein neues Softwaresystem zunächst mit Aufwand einhergeht und Kapazitäten voraussetzt, um die Mitarbeitenden zu schulen, entpuppte sich Babtec auch hier als die richtige Wahl und bot Unterstützung an allen Stellen.

Weinor war bereits Experte darin, seine Kunden mit effektiven Sofortmaßnahmen zufriedenzustellen, wenn es einmal eine Problemmeldung gab. Nach Einführung der QM-Software war es den Mitarbeitenden dann allerdings möglich, deutlich langfristiger zu agieren und beispielsweise im Rahmen der 8D-Methodik Abstellmaßnahmen einzuleiten, die Fehlerursachen dauerhaft aus der Welt schaffen. So können Anliegen der Kunden nicht nur effizienter gelöst werden – die Problemmeldungen nehmen auch noch langfristig ab.

Zu den Produkt-Highlights von Weinor zählt das Lamellendach Artares. Kunden regeln ihr individuelles Bioklima einfach selbst durch den Öffnungswinkel der Lamellen; intelligente Sensoren ermöglichen die automatische Einstellung je nach Wetter. Erstmals wurde dabei jeder Produktionsschritt durch die Babtec-Software begleitet. Von der FMEA, mit der potenzielle Fehlerursachen schon im Vorhinein identifiziert werden, über die interne Bearbeitung von Abweichungen mithilfe der geführten 8D-Reports bis hin zur Umsetzung von Abstellmaßnahmen – Babtec-Q ermöglichte von Beginn an eine optimale Umsetzung.

Frei nach dem Motto „Vorsicht ist besser als Nachsicht“ wird fortan schon im Wareneingang viel Wert auf die Qualitätsprüfung von Zulieferprodukten gelegt. Die konsequente Kontrolle durch Warenprüfungen stellt sicher, dass zu einem späteren Zeitpunkt in der Produktion keine teuren, zeitfressenden Korrekturmaßnahmen nötig werden. Und wenn es zu einer Reklamation kommt, unterstützt die cloudbasierte Plattform Babtec-Qube bei der schnellen, lösungsorientierten Kommunikation mit den Lieferanten, die einem erneuten Auftreten des Fehlers vorbeugt. Das Onboarding der Lieferanten sowie das anschließende Anstoßen der Prozesse war dank der unkomplizierten Bedienung der Babtec-Qube-Services ein Leichtes.

Alle Funktionen schon in der Standardausführung

Die umfangreichen Features in Babtec-Q überzeugten Weinor von der Standardausführung der Software. Zwar bietet Babtec mit individuellen Customizings die Option, Module bis ins kleinste Detail auf die Unternehmensprozesse zuzuschneiden. Die Anforderung an eine professionelle Lösung war allerdings, dass bereits mit der Installation alle notwendigen Funktionalitäten zur Verfügung stehen.

Babtec-Q integriert mit Auslieferung alle QM-Werkzeuge in einer Softwarelösung. Pluspunkt ist in diesem Kontext die Integration der Module, die einen durchgängigen Datenbestand garantiert. So lassen sich alle relevanten Qualitätsdaten

I Q M

T O O L S



Prüfplaketten



Industriestifte



Prüferstempel

Sofortlieferung
und Infos:

Tel.: 07720 810622
vertrieb@iqmtools.de

www.iqmtools.de

Die eigenentwickelte CAD-Integration von Babtec stempelt die Zeichnungsmaße automatisch und stellt diese auch den anderen Modulen der Software zur Verfügung.

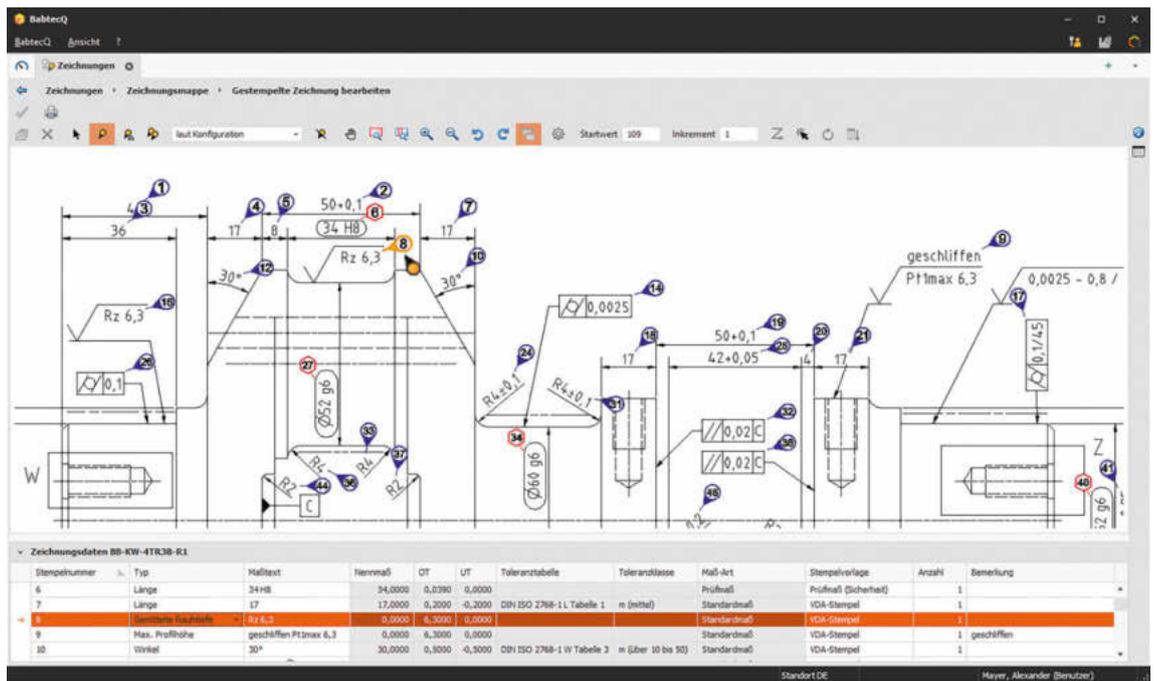


Bild: Babtec

zwischen den einzelnen Modulen – zum Beispiel FMEA, Reklamations- sowie Maßnahmenmanagement oder Fertigungsprüfung – austauschen. Für Weinor ergeben sich dadurch strukturierte, effizientere Prozesse – für den Kunden Produkte, deren Qualität durchgehend sichergestellt wurde.

Mit dem Zeichnungsmodul steht Weinor außerdem ein Tool zur Verfügung, um aus CAD-Zeichnungen Prüfmerkmale abzuleiten. Die Zeichnungen werden zunächst von einer Drittanbieter-Software erstellt und anschließend über eine Schnittstelle direkt in Babtec-Q eingespeist. Die eigenentwickelte CAD-Inte-

gration von Babtec stempelt zum einen die Zeichnungsmaße automatisch. Zum anderen stellt sie diese Zeichnungsmaße aber auch den anderen Modulen der Software zur Verfügung.

Automatische Stempelung schon die Nerven

Da CAD-Zeichnungen im Rahmen der Markisenproduktion eine essenzielle Rolle spielen, sind im Umkehrschluss die Zeichnungsdaten ein wesentlicher Bestandteil der Qualitätsprüfung. Babtec-Q stellt die in wenigen Sekunden gestempelten Zeichnungsmaße zur Verfügung. Anschließend können diese von den Mit-

arbeitenden im Rahmen der Prüfung genutzt werden. Der digitalisierte Prozess spart vor allem dank der automatischen Stempelung viel Zeit und schont die Nerven, da eine aufwendige, händische Bearbeitung entfällt.

Zusätzlich erlaubt ein Zeichnungsmaßvergleich die Gegenüberstellung unterschiedlicher CAD-Zeichnungsstände, damit immer mit den aktuellen Daten gearbeitet wird. Auch hier kommt die einfache Bedienung der Software zum Tragen. Der Assistent führt die Anwenderinnen und Anwender Schritt für Schritt zum optimalen Vergleichsergebnis.

Obwohl Babtec-Q Weinor schon bei vielen Qualitätsaufgaben unter die Arme greift, gibt es viel Potenzial für weitere, gemeinsame Projekte. So wird beispielsweise der Einsatz des Auditmoduls geprüft, mit dem die im Rahmen eines Audits gewonnenen Erfahrungen effektiv umgesetzt und Schwachstellen aus dem Weg geräumt werden können. Auch die Warenprüfung mithilfe von Checklisten über die Cloud-Plattform Babtec-Qube hat viel Potenzial für die zuständigen Mitarbeitenden. Diese würden stark von mehr Flexibilität durch die Nutzung auf dem Smartphone oder Tablet profitieren, wenn Prüfungen im Wareneingang anstehen.



Zum Unternehmen

Weinor ist ein Hersteller von Sonnen- und Wetterschutz auf der Terrasse. Das Unternehmen wurde 1960 gegründet, der Hauptsitz ist in Köln. Das Angebot umfasst Markisen für Terrassen und Balkone, Pergolamarkisen, Vertikal- und Seitenmarkisen sowie Sonnenschutz für Wintergärten. Auch hochwertige und moderne Glas-Terrassendächer, Lamellendächer und Glasoasen zählen zum Produktportfolio. Weinor beliefert Kunden in über 30 Ländern.

Probleme an Unis und Schulen

Null Bock auf Mint

Die Mint-Studienfächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) geben in Deutschland Anlass zur Sorge, wie eine Acatech-Studie zeigt. Die Zahl der Erstsemester sinkt, die der Studienabbrecher steigt und Frauen sind nach wie vor unterrepräsentiert – um nur einige Probleme zu nennen. So könnte sich der Fachkräftemangel künftig noch verschärfen.

Vor kurzem hat die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Acatech) das Mint-Nachwuchsbarometer veröffentlicht. Dabei zeigt sich, dass die Zahl der Erstsemester in den Mint-Fächern um 6 % abgenommen hat. Aufgrund der demografischen Situation nehmen gerade die geburtenschwachen Jahrgänge ihr Studium auf, wodurch sich die Zahl der Absolventen natürlicherweise verringert. Hinzu kommen noch die Auswirkungen der Pandemie, denn durch Reiseschwierigkeiten und Remote-Studium kamen insgesamt 17 % weniger Studierende aus dem Ausland als sonst üblich. Zudem sind Frauen in den MINT-Fächern weiterhin unterrepräsentiert.

Unabhängig davon steigt auch die Zahl derer, die das Studium abbrechen oder in andere Studiengänge wechseln. Viele Studierende sind außerdem nicht prüfungsaktiv. Das bedeutet, dass sie zwar eingeschrieben sind, aber nicht an den Prüfungen teilnehmen. Möglich wurde das durch die gelockerten Prüfungsregelungen während der Lockdowns, die vielerorts noch immer Anwendung finden. Auch werden die Mint-Fächer im Vergleich zu anderen Studiengängen von den Studierenden als nicht „modern“ genug wahrgenommen. Vor allem der allgegenwärtige Frontalunterricht und die seltene Verwendung hybrider Lehrformate werden laut Umfragen bemängelt und beeinträchtigen somit die Konkurrenzfähigkeit zu anderen Fachrichtungen.

Hinzu kommt, dass der Anteil an Schülerinnen und Schülern mit Lernrückständen im Fach Mathematik, das für die Mint-Fächer unerlässlich ist, sich pande-

miebedingt um etwa 10 % erhöht hat. Vor allem Kinder mit Migrationshintergrund haben zunehmend Schwierigkeiten, hier Schritt zu halten. Sie haben mittlerweile häufig Lernrückstände aufgebaut – teilweise sogar von bis zu zwei Jahren. Ein weiteres Problem: Mädchen fallen in der zweiten Sekundarstufe nach wie vor deutlich hinter den Jungen zurück.



Personal & Karriere



Bild: wirth + partner

Die Beratungsgruppe wirth + partner informiert regelmäßig über Personal und Karriere.

www.wirth-partner.com

Die Autorin: Miriam Hohmann

Wenn sich in unserer Gesellschaft nicht grundlegende Dinge verändern, muss für die Zukunft mit einem sich weiter verschärfenden Fachkräftemangel gerechnet werden. Unternehmen müssen ihren Recruiting-Aufwand weiter steigern, um geeignetes Personal zu gewinnen. Des Weiteren droht der Verlust von Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich.



Die Software für Prozess- und Qualitätsmanagement



ConSense
**EXPO
2023**

Besuchen Sie unsere virtuelle Messe!

18.04. bis 21.04.2023
www.consense-gmbh.de/expo

Prozesse Schnittstellen
Berichte Risikomanagement

Datenschutz LDAP
Mehrsprachigkeit Formulare
Maßnahmen Social QM

WIKI Validierung QM IMS

Matrixorganisation International
Auditmanagement

Schulungen Workflows

Kennzahlen BPMN
Gefahrstoffmanagement

Compliance Fragenkataloge

GxP Dokumente

Qualifikationen KVP

ConSense GmbH
info@consense-gmbh.de
Tel.: +49 (0)241 | 990 93 93-0
www.consense-gmbh.de

Kontaktieren Sie uns!

Verantwortung für Kundenvorgaben

Wer ist schuld?

Es ist üblich, dass B2B-Kunden ihren Lieferanten Vorgaben hinsichtlich der Prozesse oder der Beschaffenheit für Produkte machen. Wenn aber Produkte aufgrund dieser Vorgaben nicht für den beabsichtigten Zweck geeignet sind, wirft dies Fragen hinsichtlich Verantwortung und Haftung auf.

Aus rechtlicher Perspektive hat das Landgericht Stuttgart mit seinem Urteil vom 09. Oktober 2019 zu einem solchen Fall Stellung bezogen (Az. 10 O 193/13). Mit diesem Urteil hat das Gericht die Klage eines deutschen Fahrzeugherstellers (OEM) gegen seinen Zulieferer abgewiesen. Der OEM verlangte von dem Zulieferer die Erstattung von Kosten in dreistelliger Millionenhöhe, die aufgrund umfangreicher Feldmaßnahmen entstanden waren. Nach der Argumentation des OEM waren diese infolge eines mangelhaften Teils des Zulieferers erforderlich.

Der Zulieferer hatte für den OEM einen Kühlwasserauslaufstutzen entwickelt und anschließend in Serie geliefert. Für die Entwicklung hatte der OEM dem Zulieferer einzelne Vorgaben zur Konstruktion mitgeteilt, die der Zulieferer zu berücksichtigen hatte. Im Anschluss versagte die Dichtigkeit der Konstruktion und Kühlwasser trat aus, was im Feld zu Motorenausfällen führte. Im gerichtlichen

Verfahren wurde anschließend gutachterlich festgestellt, dass die Umsetzung der Vorgaben des OEM für die fehlende Dichtigkeit ursächlich ist.

Das Gericht wies die Klage mit der Begründung ab, dass zwar die vom Zulieferer genutzte Konstruktion ungeeignet und damit mangelhaft sei, dies aber durch die Vorgaben des OEM verursacht worden ist, wofür der Zulieferer keine Verantwortung trägt.

Dies leitete das Gericht aus dem Grundsatz des § 645 BGB ab, wonach ein ausführender Unternehmer nicht für Mängel haftet, die auf fehlerhafte Vorgaben des Bestellers zurückzuführen sind. Zwar obliegt dem Unternehmer aufgrund dieser Vorschrift grundsätzlich auch die Pflicht, die Vorgaben des Bestellers zu

prüfen und auf Fehler hinzuweisen. Allerdings hängt der Maßstab für diese Pflicht von der Fachkenntnis des jeweiligen Bestellers ab. Das Gericht kam in besagtem Fall zu dem Ergebnis, dass der Zulieferer – trotz eigener Spezialkenntnis – bei einem OEM von hoher Fachkenntnis ausgehen und sich auf die Richtigkeit der Vorgaben verlassen konnte und daher nur offenkundige Fehler hätte anzeigen müssen. Ein solcher lag nach der Ansicht des Gerichts jedoch nicht vor, da sich eine Fehlerhaftigkeit der Vorgaben weder aus DIN-Normen noch aus dem Stand der Technik ergab.

Urteil mit erheblichen Folgen für die Praxis

Das Urteil hat aufgrund seiner Einzigartigkeit für die Praxis erhebliche Relevanz. Erhalten Lieferanten von ihren Kunden Vorgaben und entstehen in deren Folge Mängel, so können sich Lieferanten mit oben ausgeführter Argumentation gegebenenfalls von einer Verantwortung freisprechen. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass es sich „nur“ um ein erstinstanzliches Urteil handelt, wenngleich dieses nachvollziehbar und bereits rechtskräftig ist. Ein Einzelanfallprüfung bleibt aber ohnehin nicht aus.

Vorsicht sollte man als Lieferant insbesondere in den Fällen walten lassen, in denen vertraglich zusätzliche Prüf- und Hinweispflichten bezüglich der Vorgaben der Kunden vereinbart sind. Wurden solche Pflichten im Vertrag (zum Beispiel in einer Qualitätssicherungsvereinbarung) aufgenommen, hat man als Lieferant unter Umständen umfangreichere Prüfungen der Vorgaben der Kunden vorzunehmen und auf erkannte Fehler hinzuweisen. Hierfür sollten entsprechende Prozesse vorhanden sein.

Für Kunden gilt: Will man sich die Fachkenntnis von Lieferanten zu Nutze machen, sollte man die gewünschten Prüf- und Hinweispflichten für eigene Vorgaben (zum Beispiel für Zeichnungen oder Spezifikationen) vertraglich mit den Lieferanten regeln.

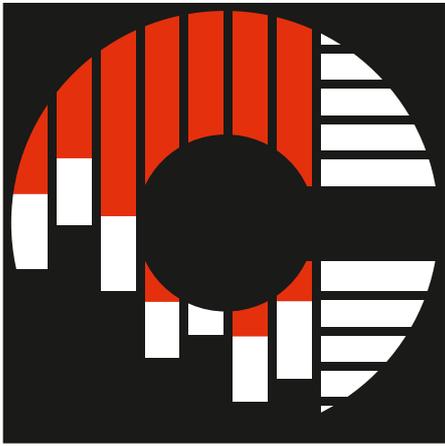
§

Alles was Recht ist



Bild: Reusch Rechtsanwälte

Thorsten Deeg
von Reusch Rechtsanwälte
liefert regelmäßige Beiträge
zu rechtlichen Themen.
www.reuschlaw.de



35. Control

Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung

 **09.-12. Mai 2023**

 **Stuttgart**

next

level

quality

assurance

- Messtechnik
- Werkstoffprüfung
- Analysegeräte
- Optoelektronik
- QS-Systeme / Service

 **Sichern Sie jetzt Ihr kostenfreies Ticket:**

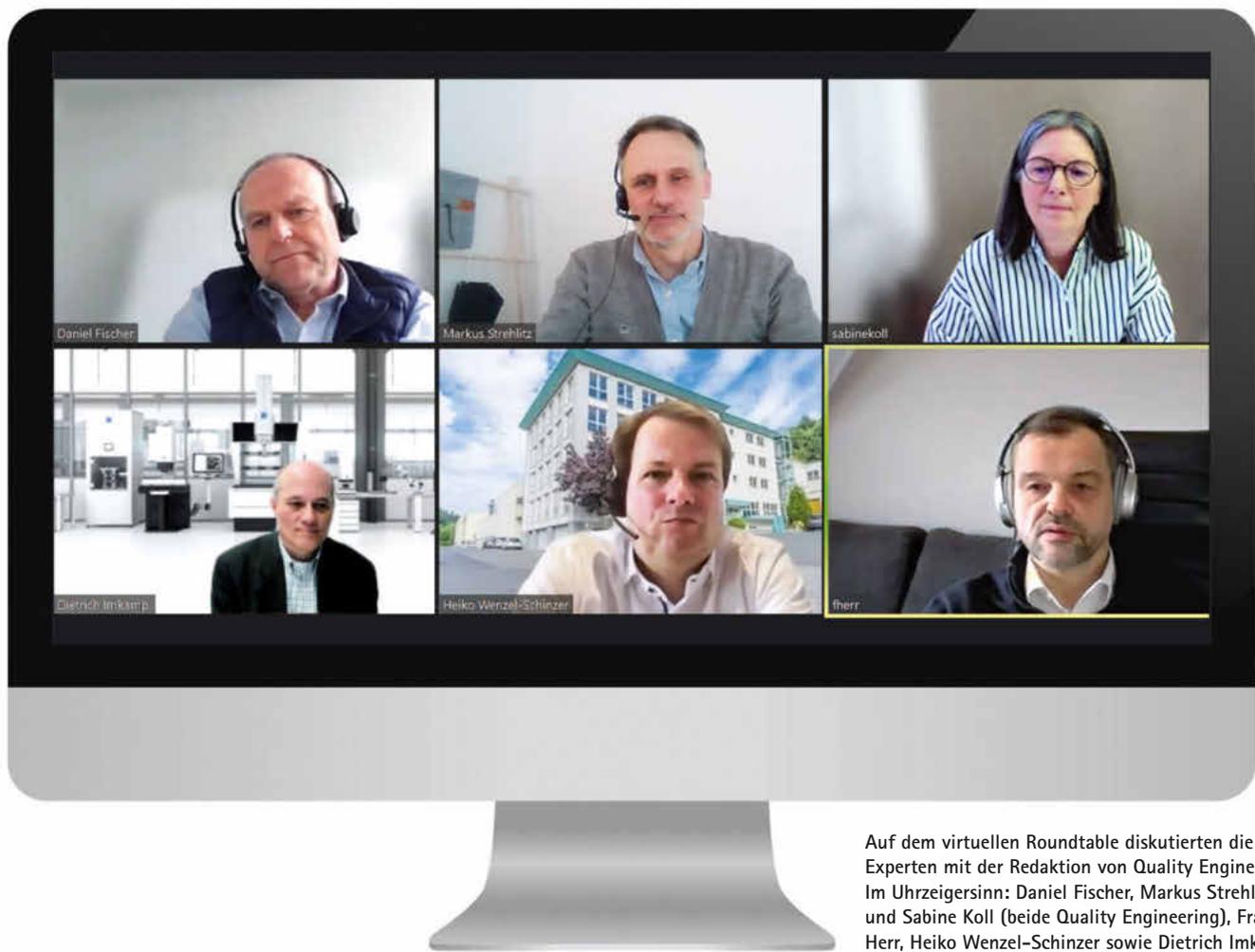
Registrierungsseite:
www.schall-registrierung.de
Ticket-Code: R392R-UQ52D



 www.control-messe.de  [#control2023](https://twitter.com/control2023)     

Veranstalter:

 P. E. SCHALL GmbH & Co. KG  +49 (0) 7025 9206-0  control@schall-messen.de



Auf dem virtuellen Roundtable diskutierten die Experten mit der Redaktion von Quality Engineering. Im Uhrzeigersinn: Daniel Fischer, Markus Strehlitz und Sabine Koll (beide Quality Engineering), Frank Herr, Heiko Wenzel-Schlinzer sowie Dietrich Imkamp.

Roundtable zu OPC UA

Basis für smarte Messtechnik

Die Industrie-4.0-Standard für die Messtechnik ist da, ein Dashboard wird auf der Control präsentiert. Auf einem virtuellen Roundtable hat Quality Engineering mit Experten von Hexagon, Wenzel und Zeiss über die Vorteile und die ersten Use Cases der OPC UA Companion Specification GMS gesprochen.

» Markus Strehlitz und Sabine Koll

Die OPC UA Companion Specification für die geometrische Messtechnik ist veröffentlicht. Welche Use Cases sind darin definiert?

Dietrich Imkamp: Die Use Cases beziehen sich zunächst einmal auf die dynamischen und statischen Maschinendaten. Zu den statischen zählen etwa Informationen zum Hersteller und der installierten Software-Version. Die dynamischen Daten geben zum Beispiel Auskunft darüber, ob das System gerade in Betrieb ist oder auf Aufträge wartet und ob es fehlerfrei läuft. Daraus kann man dann ein Condition Monitoring ableiten oder – was gerade in aller Munde ist – die Overall Equipment Effectiveness. Und wenn wir jetzt noch einen Schritt weitergehen, dann kommen wir zum Jobmanagement und zum Part-Data-Management. Damit bewegen wir uns dann in Richtung Automatisierung.

Sind das die Einsatzszenarien, die von Beginn an anvisiert waren?

Imkamp: Wir hatten durchaus eine längere Liste von Use Cases. Wir haben diese Liste aber begrenzt, um das Dokument fertigzustellen und auf den Markt zu bringen. Das heißt nicht, dass es nicht Aufgaben für OPC UA geben wird, die darüber hinausgehen. Aber der Arbeitsgruppe war es wichtig, mit einem verbindlichen Standard schnell in die Öffentlichkeit zu gehen. Dies soll Anwendern die Sicherheit geben, dass sie bei einer Implementierung nicht irgendwann mit einem geänderten Standard konfrontiert sind.

Frank Herr: In der aktuellen Companion Specification ist zunächst nur die Überwachung von Jobs implementiert. Die anderen Aspekte wie das Jobmanagement sind in der Version 1.0 noch nicht abgedeckt. Die dafür notwendigen Grundvoraussetzungen sind im Bereich Machinery bisher noch nicht erfüllt. Das heißt aber nicht, dass man diese Use Cases nicht realisieren kann. Sie lassen sich bisher aber nur mit herstellereigenen Lösungen umsetzen.

Konnte man dann diese Use Cases vor der Entwicklung des Standards nicht auch schon umsetzen?

Herr: Die Use Cases waren auch vorher abbildbar. Das waren aber eben immer kundenspezifische beziehungsweise herstellereigene Lösungen. Das heißt, wenn bei einem Kunden Produkte von verschiedenen Herstellern im Einsatz waren, musste er mit jedem Anbieter eine individuelle Lösung vereinbaren. Ein Ziel der Companion Specification ist ja,

das weitestgehend zu harmonisieren, sodass sich Lösungen übertragen lassen.

Heiko Wenzel-Schinzer: Wir sprechen hier auch von zwei unterschiedlichen Ansätzen. Beim Condition Monitoring möchte man ja Herstellerunabhängigkeit. Weil man auf einen Blick sehen will, wenn man mit verschiedenen Anbietern arbeitet, welchen Zustand die unterschiedlichen Maschinen haben. Wenn man über Automation redet, dann bleibt man sehr in der spezifischen Welt. Denn alle Hersteller haben ihre eigenen Automationslösungen und dies wird auch so bleiben. Aber die Realisierung dieser Lösungen beim Kunden fällt dank OPC UA leichter.

Von welcher Seite kam denn die Forderung nach einem verbindlichen Standard? Von den Anwendern oder von den Herstellern?

Daniel Fischer: Von beiden Seiten. Wir haben in einigen Gesprächen mit Kunden versucht, Lösungen auf einzelne Use Case einzugrenzen. Der Wunsch von den Kunden kam dann aber oft: „Gebt uns doch mal alle Daten. Dann schauen wir uns die an und überlegen uns, was wir damit machen.“ Ein solcher Ansatz ist aber nur schwer greifbar und endet meistens im Nirgendwo. Daher ist es jetzt gut, ein klares Datenmodell und eine eindeutige Struktur zu haben, in der sich einzelne Aufgabenstellungen wiederfinden.

Herr: Bei Standards gibt es immer zwei Seiten, die daran interessiert sind. Die Anwender möchten standardisierte Lösungen, damit sie nicht in einer heterogenen Landschaft tätig sein müssen. Sie möchten Systeme von verschiedenen Anbietern nutzen können und trotzdem eine identische Lösung haben und

i

Die Roundtable-Teilnehmer

- Frank Herr, Director Application Technology & Support EMEA, Hexagon
- Dr. Heiko Wenzel-Schinzer, Geschäftsführer und Chief Digital Officer, Wenzel
- Dr. Dietrich Imkamp, Head of Metrological Qualification, Zeiss IQS, und Vorsitzender der OPC-UA-Arbeitsgruppe Geometrische Messsysteme beim VDMA
- Daniel Fischer, Produktmanager Metrology Software, Zeiss IQS



Dietrich Imkamp ist sich sicher, dass die Arbeit am Standard fortgesetzt wird, um unter anderem die Themen Jobmanagement und Part-Management weiter voranzutreiben.

Bild: Zeiss

nicht 20 verschiedene aufsetzen müssen. Der Treiber dort ist vor allem die Produktion. Daneben gibt es aber auch das Interesse der Hersteller. Denn für uns bedeuten Standards ja Ressourcenschutz. Wir müssen dann nicht für jeden Kunden eine individuelle Lösung gemeinsam mit einem anderen Marktbegleiter entwickeln. Wir sparen uns also Aufwände. Und der Kunde wird flexibler.

Inwiefern ist die Produktion der Treiber?

Herr: Die Messtechnik rückt ja immer dichter an die Produktion heran. Und die Produktion möchte Daten visualisieren. Die Verantwortlichen möchten zum Beispiel wissen: Wie läuft die Fertigung? Wo gibt es freie Kapazitäten? Wo kann man einen Auftrag hinsteuern? Dafür braucht man Standards. Denn in einer Produktionslinie steht zum Beispiel eine Maschine von Wenzel, in einer zweiten eine von Hexagon und in der dritten eine von Zeiss. Um einen Überblick zu erhalten, möchte der Fertigungsleiter nicht auf die verschiedenen Dashboards der unterschiedlichen Hersteller schauen, sondern auf ein zentrales.



Bild: Quality Engineering

Hexagon-Kunden können künftig selbst frei entscheiden, welche Schnittstelle sie nutzen möchten, verspricht Frank Herr.

Herr Wenzel-Schinzer, Sie haben vor drei Jahren in einem Interview mit Quality Engineering sinngemäß gesagt, dass die Digitalisierung der Produktion aufgrund von fehlenden Standards noch eine große Herausforderung ist. Ist diese nun bewältigt?

Wenzel-Schinzer: Ich bin zunächst mal wirklich positiv überrascht von dem, was wir bisher geschafft haben. Ich finde es sehr gut, dass gerade die großen Hersteller mitgemacht haben. Diese hätten ja auch geneigt sein können, einen herstellerspezifischen Standard zu etablieren. Der branchenspezifische Standard, den wir nun haben, wird sich schneller durchsetzen, weil sowohl die großen als auch die kleinen und mittleren Anbieter darauf einsteigen. Aber wenn man sich die Specification genau anschaut, dann ist diese erst mal nur ein Fundament. Tools, die man jetzt einfach per Plug and Play nutzen kann, sehe ich immer noch nicht.

Wer müsste diese zur Verfügung stellen?

Wenzel-Schinzer: Die muss jeder einzelne Hersteller entwickeln – was wir auch tun werden. Wenzel hat ja bereits ein entsprechendes Werkzeug entwickelt, das nun mit der Spezifikation ausgestattet wird.

Fischer: Aber der Vorteil von OPC UA ist ja, dass wir über Daten reden und nicht mehr über Tools oder Applikationen. Eine Maschine kann jetzt über Daten wunderbar in die Industrie-4.0-Szenarien integriert werden.

Imkamp: Wir haben jetzt – wie Herr Wenzel-Schinzer schon gesagt hat – einen Startpunkt gesetzt, insbesondere auch mit einem verbindlichen Umfang. Wenn jetzt jemand sagt, dass er eine OPC-UA-Schnittstelle nach der Companion Specification GMS hat, dann ist er verpflichtet, einen bestimmten Mindestumfang an Informationen zur Verfügung zu stellen. Ich bin zuversichtlich, dass man dadurch ein Plug and Play zumindest grundlegend bereits jetzt realisieren kann.

Welchen Vorteil hat denn OPC UA für die Koordinatenmessgeräte, die im Messraum stehen?

Fischer: Aus planerischen Gesichtspunkten ist es durchaus interessant zu wissen, ob in einem Messraum gerade Messkapazität frei ist. Oft gibt es ja in den Messräumen mehrere Maschinen mit unterschiedlichen Fähigkeiten. Und wenn nun eine Stichprobe gemessen werden soll, hat man die Informati-

on, wo eine entsprechende Maschine zur Verfügung steht.

Wenzel-Schinzer: Ein weiterer Use Case wäre, wenn man das Condition Monitoring als Basis für Predictive Maintenance nutzt – also für eine vorausschauende Wartung. Diese ergibt im Messraum genauso viel Sinn wie in der Linie.

Herr: Bisher erfolgt eine Wartung ja in der Regel nach einem festen Intervall. Wenn ich aber die statischen und dynamischen Maschineninformationen erfassen, kann ich das datenbasiert machen.

Viele Anwenderunternehmen wollen aber nicht, dass ihre Maschinen Daten zu den Herstellern schicken – was ja für Predictive Maintenance notwendig ist.

Herr: Es gibt auch Predictive-Maintenance-Lösungen, die nicht in der Cloud, sondern on-premises – also beim Anwender – laufen. Die Maschine muss außerdem nicht permanent mit dem Hersteller kommunizieren. Es reicht ja, wenn sich zumindest ein Trend erkennen lässt.

Wenzel-Schinzer: Wir müssen natürlich den Kunden einen Gegenwert bieten, wenn wir Daten von den Maschinen haben möchten. Mit Predictive Maintenance lassen sich Ausfälle oder auch Kosten für Reparaturteile reduzieren. Wenn man diesen Nutzen kommuniziert, wird der Kunde auch mitgehen.



Bild: Quality Engineering

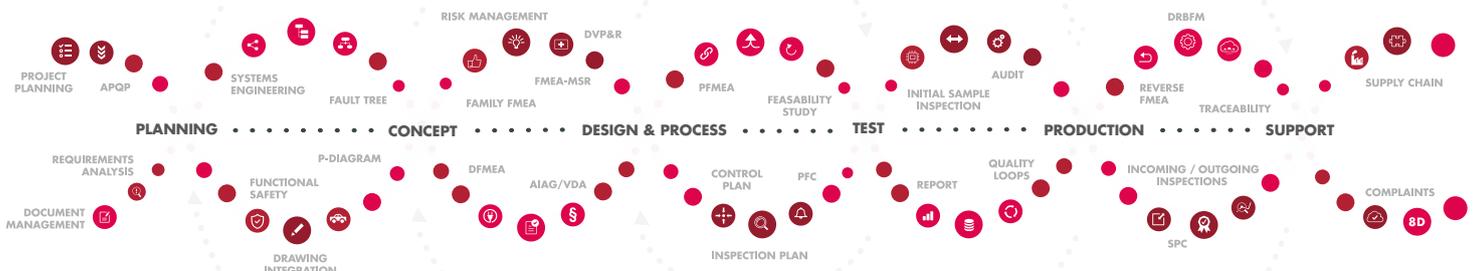
Heiko Wenzel-Schinzer freut sich, dass auch die großen Hersteller am Standard mitgewirkt haben.

Was ist denn mit Altgeräten? Lassen diese sich ebenfalls in Industrie-4.0-Konzepte einbinden?

Fischer: Wir sind bestrebt, auch Bestandsmaschinen nach Möglichkeit mit OPC UA zu befähigen. Letztlich lässt sich vieles irgendwie über Retrofits digitalisieren. Grundsätzlich sollten alle Systeme, welche hochperformant in der Produktionslinie arbeiten, aktuell und modern genug sein, um, solche Schnittstellen zu unterstützen.

Herr: Ich schließe mich Herrn Fischer voll an. Im Prinzip kann man jedes Gerät mit den entsprechenden Schnittstellen nachrüsten. Die Frage ist aber: Wo ist die technische und finanzielle Schmerzgrenze, ab

Master Your Product Lifecycle Along the Digital Thread.



Einzigartige Kombination von FMEA, Systems Engineering & CAQ

Vollkommene Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen, Maßnahmen und Ergebnissen über den gesamten Produktlebenszyklus anstelle einer isolierten Sicht auf die Prozesse und deren Interaktionen.

Quality Loops und Lessons-Learned-Prozesse organisationsweit und durchgängig.

Aktive, intelligente Kommunikation über den gesamten Digital Thread.

Webbasierte, innovative Plattform in der Cloud.



Weitere Informationen auf unserer Website.



Besuchen Sie uns auf der Control Halle 5 | Stand 5112

der eine Retrofit-Investition in ein Gerät keinen Sinn mehr ergibt? Und man muss ganz ehrlich sagen: Es sind sehr viele Messmaschinen draußen im Markt, die ihren Lifecycle bei weitem überschritten haben.

Ein großes Ziel in der Messtechnik, das immer so ein bisschen wie die Suche nach dem heiligen Gral erscheint, ist der Closed Loop. Der wurde bei den Use Cases für OPC UA noch nicht erwähnt.

Herr: Alle bisherigen Closed-Loop-Ansätze basieren im Moment noch auf den SDKs der jeweiligen Steuerungshersteller, von denen jeder eine eigene Schnittstelle bietet. Über OPC UA ist bis jetzt nur ein Monitoring möglich. Man kann aber noch nicht über OPC UA direkt in die Steuerung schreiben. Außerdem geht es bei dem Thema auch um Vertrauen. Ein Maschinenhersteller lässt nicht gerne irgendwelche Korrekturwerte in seine Steuerung schreiben. Er muss wissen, dass das Ganze Hand und Fuß hat, was da gemacht wird. Dann wird er auch bereit sein, seine Tür zu öffnen.

Wenzel-Schinzer: Bisher geht man bei jeder einzelnen Anwendung noch nach dem Try-and-Error-Prinzip vor. Man tastet sich gemeinsam an die Lösung heran. Daher ist das noch nicht über einen Standard möglich.

Fischer: Diesen Aufwand möchte im Moment kaum jemand betreiben. Der Closed Loop wird in Einzelfällen umgesetzt, lässt sich aber nur schwer skalieren.

Imkamp: Grundsätzlich muss man sagen: Ein Messgerät kann zum Beispiel die Abweichung eines Durchmessermaßes bestimmen. Aber die Fragen zu beantworten, wie die Bearbeitungsmaschine ihre Parameter verändern muss, damit dieser Durchmesser wieder passt, ist nicht die Aufgabe der Messtechnik.

Welche Produkte hinsichtlich OPC UA können wir denn von den Herstellern jetzt erwarten?

Wenzel-Schinzer: Ich habe das ja bereits angedeutet. Wir werden unseren Sys-Analyzer, der auf MQTT-Kommunikation basiert, jetzt mit OPC UA ausstatten. Das System ermöglicht Condition Monitoring und stellt die Grundlage für Predictive Maintenance. Daneben bieten wir auch ein Tool für die Automatisierung, das wir ebenfalls entsprechend erweitern werden.

Fischer: Wir haben den Fokus auf die Overall Equipment Effectiveness OEE gelegt. Es geht darum, Anlagen zu überwachen, die Verfügbarkeit, die Auslastung, und die Performance abzubilden. Diese Möglichkeit wollen wir breit über unser gesamtes Spektrum anbieten. Unsere Kunden erwarten, dass alle Systeme OPC UA sprechen können – ein optisches System genauso wie ein taktiles, ein Computertomograph oder ein Industriemikroskop.

Und Hexagon?

Herr: Wir werden künftig für unsere Maschinengenerationen bezüglich Konnektivität eine ganz andere Schnittstellenbreite anbieten. Der Kunde kann dann selbst frei entscheiden kann, welche Schnittstelle er nutzen möchte – OPC UA, MT-Connect, MQTT oder was auch immer.

Wird denn die Arbeit an OPC UA fortgesetzt werden? Wird es eine Version 1.1. oder 2.0 der Companion Specification für die Messtechnik geben?

Imkamp: Ich bin mir sicher, dass die Arbeit fortgesetzt wird. Wir haben jetzt bewusst ein Dokument herausgebracht, auch als verbindlichen Standard, damit dieser Verbreitung findet. Aber es gilt nun im Bereich Machinery gerade die Themen Jobmanagement und Part-Management weiter voranzutreiben – insbesondere um auch die Automatisierung zu ermöglichen. Wir müssen uns in dieses Umfeld einbetten und sind an den Aktivitäten im Bereich Machinery aktiv beteiligt. Und wenn die entsprechenden Festlegungen dort veröffentlicht sind, dann werden wir diese auch in einem neuen Release der Companion Specification aufnehmen.

i

Der Standard

In Abstimmung mit der OPC UA Foundation hat ein VDMA-Arbeitskreis die „OPC UA Companion Specification für geometrische Messsysteme“ definiert. Ziel ist die Bereitstellung von Informationen für den Datentransfer von und zu geometrischen Messsystemen über eine einheitliche Schnittstelle. Im Arbeitskreis waren die Unternehmen Hexagon, Jenoptik, Mahr, Marposs, Mitutoyo, OGP, Wenzel und Zeiss IQS aktiv. Auf der Control wird ein OPC-UA-Dashboard an den Ständen der beteiligten Hersteller zu sehen sein. Version 1.0 des Standards ist auf der Website der OPC UA Foundation veröffentlicht:



<http://hier.pro/CjYgz>



PEL Pintossi hat in der Fertigung mehrere Messinseln errichtet, auf denen die einzelnen Werkstücke auf Rundheit und Oberflächengüte gemessen werden können.

Kontur und -Rauheitsmessgeräte im Einsatz bei PEL Pintossi

Alles andere als oberflächlich

In seinem Werk in Sarezzo fertigt PEL Pintossi eine breite Palette von Bauteilen. Dank der Surfcom Nex Kontur und -Rauheitsmessgeräte von Accretech kann der Metallverarbeiter nun Profil- und Oberflächenkontrollen direkt in der Produktion, nur wenige Meter von der Maschine entfernt, durchführen.

Komponenten aus Metalllegierungen fertigt PEL Pintossi, die nach dem Entwurf des Kunden bearbeitet werden: von Ventil- und Thermostatarmaturen über Kugelsicherheitsventile und Armaturen für Hydraulik- und Pneumatik Systeme bis hin zu Bauteilen für die Automobilindustrie. „Jedes zu bearbeitende Bauteil stellt besondere Anforderungen an die Abmessungen und die Oberflächenqualität. Aus diesem Grund benötigen wir spezielle Messgeräte wie die neue Surfcom Nex, die wir kürzlich von Accretech erworben haben“, sagt Mirko Balduchelli, Leiter der Messtechnik bei PEL Pintossi.

Die Zusammenarbeit zwischen den beiden Unternehmen begann vor einigen Jahren mit der Beschaffung des ersten Oberflächenmessgeräts und setzte sich dann, in Übereinstimmung mit den neuen Qualitätsanforderungen von PEL Pintossi, mit der schrittweisen Anschaffung weiterer Geräte fort. Um die Inspektionszeit der produzierten Werkstücke zu verkürzen, hat Balduchelli die Anordnung der Messmaschinen überarbeitet, mehrere „messtechnische Inseln“

geschaffen und einen neuen Ansatz für die Qualitätskontrolle gewählt. Flexibilität, Präzision und Rückverfolgbarkeit sind die Hauptanforderungen für die neuen Investitionen des italienischen Unternehmens in die Messtechnik. Die jüngsten Anschaffungen waren zwei neue Surfcom Nex 041-Geräte, die kombinierte Messungen von Profilen und Oberflächen mit verbesserten Leistungen in Bezug auf Präzision, Zuverlässigkeit und Flexibilität ermöglichen.

PEL Pintossi hat sich im Laufe der Jahre weiterentwickelt, um sich an die neuen Anforderungen des Markts anpassen zu können, die durch die Nachfrage nach immer komplexeren Bauteilen und die Verlagerung der Kunden von den nationalen auf die internationalen Märkte entstanden sind. Balduchelli: „Unser Wettbewerbsvorteil liegt sicherlich in der Flexibilität, die es uns ermöglicht, Bauteile unterschiedlicher Art und in verschiedenen Auftragsgrößen effi-



Alessandro Muratori
im Auftrag von
Accretech
www.accretech.eu

»Die Möglichkeit, kombinierte Messungen von Profil und Oberfläche vorzunehmen, ist ein Plus und erlaubt es uns zudem, Mehrzweckinstrumente zur Verfügung zu haben, mit denen wir auch auf vorübergehende Ausfälle anderer Messgeräte oder Situationen reagieren können, die zum Beispiel eine häufigere Kontrolle der Oberflächenqualität erfordern.«

Mirko Balduchelli, PEL Pintossi

zient zu produzieren: Wir arbeiten mit Losen von 50 bis zu mehr als 100.000 Teilen."

Stündliche Kontrollzyklen an jeder Bearbeitungsmaschine

Heute wird die Produktion hauptsächlich von modernen, digital gesteuerten Transfermaschinen übernommen, die sich nach und nach zu den traditionellen Maschinen gesellt haben, die nach wie vor für einfachere Bearbeitungen eingesetzt werden. Das Wachstum des Unternehmens ist unübersehbar. So hat sich die Größe des Hauptwerks in den letzten Jahren fast verdoppelt und umfasst heute 35 automatische Transfermaschinen, von denen jede in der Lage ist, verschiedene Bearbeitungen am selben Teil durchzuführen. Dies führt zu einer Vervielfachung der Komplexität und des Kontrollbedarfs, wie Balduchelli erklärt: „Unsere Prüfabteilung besteht nun aus sieben Mitarbeitern, die stündliche Kontrollzyklen an

jeder Maschine durchführen, wobei die Tests je nach dem für die jeweilige Verarbeitung vorgesehenen Kontrollzyklus unterschiedlich ausfallen.“

Neben der stündlichen Kontrolle wird zu Beginn der Produktion eines jeden Auftrags an jeder einzelnen Maschine eine Erstkontrolle durchgeführt, um die Freigabe zu erhalten. Um dieser größeren Komplexität gerecht zu werden, hat Balduchelli zehn „messtechnische Inseln“ eingerichtet, die sich an den strategischsten Punkten der Produktionsstätte befinden – je nach Position der zu bedienenden Transfermaschinen. Auf diese Weise müssen die Mitarbeiter mit dem zu prüfenden Teil nicht allzu weit fahren, unabhängig von der Art der erforderlichen Prüfung.

„Es liegt auf der Hand, dass es zur Bewältigung dieser Komplexität und des zunehmenden Kontrollvolumens unerlässlich ist, über zuverlässige, einfach zu bedienende und flexible Instrumente zu verfügen, wie die neuen Surfcom Nex 041“, so Balduchelli. Auch dank der fortschrittlichen linearen Antriebsmotoren ist das Surfcom Nex das schnellste Gerät seiner Klasse und garantiert eine 1,6-fache Verbesserung der Messzyklen im Vergleich zum Vorgängermodell, wobei eine hohe Messgenauigkeit von $\pm(0,8+|2H|/100)$ μm beibehalten wird. Die neuen Tastköpfe ermöglichen auch eine größere Flexibilität, da sie sich an unterschiedliche Bedürfnisse anpassen lassen. So kann das Gerät je nach Bedarf sowohl für Profil- als auch für Oberflächenprüfungen eingesetzt werden.

„Die Möglichkeit, kombinierte Messungen von Profil und Oberfläche vorzunehmen, ist sicherlich ein Plus und erlaubt es uns zudem, Mehrzweckinstrumente zur Verfügung zu haben, mit denen wir auch auf vorübergehende Ausfälle anderer Messgeräte oder Situationen reagieren können, die zum Beispiel eine häufigere Kontrolle der Oberflächenqualität erfordern“, betont Balduchelli.

Mindesttoleranzen in der Größenordnung von 0,001 mm

Die Qualitätskontrolle und Überprüfung der Einhaltung immer strengerer Anforderungen sind daher heute zentrale Elemente für den Erfolg des Unternehmens aus Brescia, mit Mindesttoleranzen in der Größenordnung von 0,001 mm. „Wir haben mit Messingarmaturen für Großküchen begonnen, aber heute arbeiten wir an einer Vielzahl von viel komplexeren Komponenten und Teilen, mit unterschiedlichen Verfahren, sehr hohen Qualitätsanforderungen und immer engeren Toleranzen“, fährt Balduchelli fort. „Die Einhaltung der Toleranzen ist heute entscheidend: Unsere Kunden prüfen die gelieferten Teile oft mit speziellen Maschinen, und deshalb ist es notwendig,

Mit der Surfcom Nex von Accretech werden die Qualitätskontrollen der verschiedenen Bauteile produktionsnah durchgeführt.



Bild: Accretech



KLOSTERMANN
INDUSTRIELLE 3D-MESSTECHNIK

unsere Ausrüstung an Kontrollwerkzeugen ständig zu aktualisieren."

Die kontinuierliche Verbesserung der Qualitäts- und Produktionsstandards ist ein vorrangiges Ziel von PEL Pintossi: Balduchelli hebt hervor, dass das Unternehmen in den vergangenen Jahren einen Verbesserungsprozess eingeleitet hat, mit dem es ihm gelungen ist, auch im Automobilssektor wettbewerbsfähig zu sein. Jede Investitionsentscheidung im Unternehmen muss vom Eigentümer direkt befürwortet und von den Leitenden des Bereichs, der die neue Maschine nutzen wird, entsprechend unterstützt werden. Bei der Entscheidungsfindung spielen zahlreiche Faktoren eine Rolle: der aktuelle und künftige Bedarf an qualitativen und quantitativen Leistungen, die einfache Umsetzung und Schulung sowie natürlich der wirtschaftliche Aspekt. Um den neuen Anforderungen in Bezug auf die Messung von Profilen und Oberflächen gerecht zu werden, hat sich der Metallverarbeiter nach einem sorgfältigen Evaluierungsprozess für Messtechnik von Accretech entschieden.

Klare Berichte und Rückverfolgbarkeit der Messungen

Eine weitere Herausforderung, mit der PEL Pintossi täglich konfrontiert ist, betrifft die Rückverfolgbarkeit aller Messungen, die nicht nur unerlässlich ist, um auf Kundenanfragen zu reagieren, sondern auch, um sich im Falle von Qualitätsproblemen zu schützen. „Alle mit Accretech-Messsystemen durchgeführten Messungen werden in internen Prüfberichten festgehalten; in einigen Fällen, vor allem im Automobilssektor, müssen diese Messdaten auch dem Kunden zur Verfügung gestellt werden“, erklärt Balduchelli.

Messgeräte von Accretech wie das Surfcom Nex 041 vereinfachen diesen Prozess dank der integrierten Acctee-Software, die nicht nur eine hohe Benutzerfreundlichkeit bietet, sondern auch eine Arbeitsumgebung, die alle Mess- und Analysetätigkeiten erleichtert und klare, vollständige und leicht lesbare Messberichte gewährleistet. Dank eines dokumentenbasierten Ansatzes sind alle Prozesse in einem einzigen Ergebnisblatt verfügbar, in dem jede Art von Information zusammen mit den Messdaten, Layout, Auswertungen bis hin zu den CNC Programmen, in nur einem Datenfile gespeichert werden kann. Balduchelli: „Wir waren mit der gesamten Implementierungs- und Schulungsphase sehr zufrieden, und unsere Mitarbeiter sind mit den Accretech-Tools zufrieden, weil sie eine hervorragende Messqualität mit einer guten Benutzerfreundlichkeit verbinden, sodass die Messungen in kürzester Zeit durchgeführt werden können.“

KOMPETENZZENTRUM FÜR INDUSTRIELLE 3D MESSTECHNIK



WENZEL

ogp

gom

WITTE

LENOPTIK

- # Lohnmesstechnik mit 23 Messgeräten
- # Auftragsprogrammierung
- # Schulungen (AUKOM / Form- & Lage)
- # Flächenrückführungen
- # Spannsysteme & Messvorrichtungen
- # Fehler- & Schadensanalysen



Klostermann GmbH | An der Hasenjagd 5 | 42897 Remscheid
Tel.: 02191/60 904 - 0 | E-Mail: mail@Klostermann.com

www.Klostermann.com | www.Lohnmesstechnik.de

Trends auf der Control

Schnell und intuitiv

Die Control ist im Mai wieder das Schaufenster für die aktuellen Trends in der Qualitätssicherung. Im Mittelpunkt stehen dabei die Automatisierung und die digitale Transformation. Angetrieben werden diese Themen vom Fachkräftemangel, dem die Hersteller auch mit einer einfacheren Bedienbarkeit ihrer System begegnen.

» Markus Strehlitz

Die Einbindung von Messtechnik in Automatisierungskonzepte ist eines der Highlight-Themen auf der Control.



Bitot, Schall/P. Born

Wer dieses Jahr die Control in Stuttgart besucht, wird sich wieder ein mal über die wichtigsten Themen informieren können, die derzeit die Qualitätssicherung bestimmen. Dazu zählen nach wie vor Konzepte, in denen Maschinen dem Menschen die Arbeit abnehmen. „Fertigungsnahe Messen, Automatisierung und der Einsatz von Computertomografie für Messaufgaben sind und bleiben die aktuellen Trends“, sagt zum Beispiel Dr. Heike Wenzel, CEO der Wenzel Group. Schnelleres Messen – auch im Takt – sei oft wichtiger als weitere Steigerungen der Genauigkeit.

Auch OGP-Geschäftsführer Karl-Jürgen Lenz nennt die Themen Automatisierung und Computertomografie (CT) in einem Atemzug. Es gebe einen Trend zur vollautomatisierten Messung großer Punktwolken

aus der CT. Als Beispiel nennt er das hauseigene System Smartprofile, „das bei einem Medizintechnik-Hersteller mehrere hundert Bauteile aus einem einzigen CT-Scan auf Knopfdruck separiert, gegen das CAD-Modell auswertet und zig Merkmale in Sekundenschnelle auswertet“.

Andreas Strobel, Geschäftsführer von Dr. Schneider Messtechnik, berichtet, dass es von Kundenseiten zunehmend Anfragen nach Automatisierungskonzepten gebe. Sein Unternehmen habe die Produkte daher darauf ausgerichtet. So zeigt Dr. Schneider Messtechnik auf der Control eine automatisierte Produktionszelle. Eine Spritzgießmaschine fertigt live am Messestand kleine Smartphone-Halter, die über ein Roboterhandlung entladen, gemessen und in die entsprechende Ablage gebracht werden.



Bild: Wenzel

Die stärkere Vernetzung der Messmaschinen auf dem Shopfloor fördere die Standardisierung, sagt Heike Wenzel,



Bild: Quality Engineering

Laut Karl-Jürgen Lenz gibt es einen Trend zur vollautomatisierten Messung großer Punktwolken aus der CT.

Creaform hat ebenfalls die Automatisierung im Visier – unter anderem mit der Software VX-Scan-R, welche die Programmierung von Roboterpfaden für Scan-Anwendungen vereinfachen soll. Für die Control hat der Anbieter nun die Unterstützung weiterer Robotermarken wie Kuka und Universal Robots angekündigt. Laut Creaform-Präsidentin Fanny Truchon werde die vollautomatische Inline-Messtechnik in Unternehmen künftig eine Schlüsselösung sein.

Bedarf an automatisierten Lösungen wird weiter wachsen

Die Bedeutung solcher Lösungen wird wohl weiter wachsen. Denn Automatisierung sei zwar schon seit Jahren ein Trend, sagt Heike Wenzel. Durch den immer akuter werdenden Fachkräftemangel werde dieser sich aber weiter verstärken.

Renishaw-Geschäftsführer Heiko Müller sieht das ähnlich. Auch er macht das Fehlen von Arbeits- und Fachkräften für ein erhöhtes Interesse an der Automatisierung von Bearbeitungsanlagen verantwortlich. „Wir sehen zum Beispiel mehr Verkäufe unserer Equator-Prüfgeräte in Fertigungslinien mit automatisierter Teilehandhabung“, so Müller.

Der Fachkräftemangel treibt aber nicht nur die Automatisierung voran. Er sorgt auch für ein verstärktes Interesse an Lösungen, die sich einfach nutzen lassen. Denn die Bediener der System sind nicht mehr nur Experten. „Die Messtechnik wird heute von einem deutlich vergrößerten Personenkreis genutzt, welcher teilweise nur einfachste Abläufe in der Messmaschine kennt und einsetzt“, berichtet Strobel. Ein intuitives Bedienkonzept für die Messmaschine und die Messsoftware sei daher unabdingbar.

Bei Werth sei die Optimierung der Software für eine einfache Bedienung eines der Ziele von weiteren Produktentwicklungen, sagt Dr. Ralf Christoph, geschäftsführender Gesellschafter von Werth. So sei in Version 9.45 der Mess-Software Winwerth erneut der Bedienkomfort erhöht worden – unter anderem mit einheitlichen Dialogen sowie mehr Flexibilität bei der grafischen Darstellung der Messergebnisse.

Usability spielt auch für Polytec eine wichtige Rolle. So hat der Anbieter unter anderem bei der TMS 4.3 – der Software für die 3D-Oberflächenmesstechnik – den Workflow zum Einrichten der Messungen deutlich vereinfacht. „Im Mittelpunkt steht dabei das Übersichtsbild“, sagt Dr. Dietmar Gnaß, Geschäftsführer von Polytec. „Damit kann der Bediener navigieren, relevante Positionen anfahren und Messpositionen definieren.“

Generell spielt die Software der Mess-Systeme laut Gnaß eine immer wichtigere Rolle. „Gerade in der Qualitätssicherung sind One-Klick-Lösungen Standard und auch kundenspezifische Anpassungen an der Tagesordnung.“

Lenz stößt ins gleiche Horn. Er erkennt einen steigenden Bedarf an Software-Sonderlösungen – zum Beispiel an Programmen, mit denen sich die Maschinen von verschiedenen Herstellern bedienen lassen.

Die steigende Bedeutung von Software reiht sich ein in den großen Trend zur Digitalisierung. „Nach der digitalen Transformation in der Produktion erkennen wir jetzt diese im Engineering und in der Qualität“, sagt Ulrich Mangold, CEO von Peakavenue – dem Unternehmen, das aus dem Zusammenschluss von iqs und Plato hervorgegangen ist.

Doch häufig fehlt es in den Unternehmen noch an den notwendigen Voraussetzungen für die Digitalisierung. Die Maschinen unterschiedlicher Hersteller kommunizieren mit verschiedenen Datenprotokollen. Das erschwert die Vernetzung der Systeme.

Um dieses Problem zu lösen, hat ein Arbeitskreis des VDMA eine Spezifikation des Standards OPC UA für die Messtechnik erarbeitet. Damit soll es möglich sein, Informationen für den Datentransfer von und zu geometrischen Messsystemen über eine einheitliche Schnittstelle bereit zu stellen. Die stärkere Vernetzung der Messmaschinen auf dem Shopfloor fördere somit die Standardisierung, sagt Heike Wenzel, deren Unternehmen im Arbeitskreis mitgewirkt hat. Ein entsprechendes Dashboard wird daher auf der Control präsentiert werden – unter anderem am Stand von Wenzel und dem des VDMA.

Bettina Schall im Interview

„Ein Messebesuch ist unverzichtbar für den fachlichen Austausch“

Die Control sei das Top-Messereignis in Sachen Qualitätssicherung, sagt die Messechefin Bettina Schall. Im Interview spricht sie außerdem über die aktuellen Branchentrends und erklärt, warum Präsenzveranstaltungen auch im digitalen Zeitalter noch eine wichtige Rolle spielen.

» Markus Strehlitz



Welche Trends sehen Sie zur Zeit in der Qualitätssicherung und im Qualitätsmanagement?

Bettina Schall: Markttrends vor allem auch für die Qualitätssicherung und das Qualitätsmanagement sind die vernetzte Produktion, digitale Zwillingstechnologien, Virtualisierung, Automatisierung und Robotik. In aller Munde ist natürlich auch die Künstliche Intelligenz. Datenidentifizierung und Datenanalyse geschehen in vielen Fällen längst KI-gestützt, was die Erkennung und Auswertung von Messergebnissen schneller und zuverlässiger macht. Auch für die aktuellen Herausforderungen in der Produktion hinsichtlich Effizienz, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit sind QS-Lösungen von großer Bedeutung, weil moderne Messungen für einen Gewinn an Genauigkeit, Zeit und Produktivität sorgen, so dass fehlerhafte Teile, Ausschuss und Verschwendung von Rohstoffen vermieden werden können. Ein weiterer wichtiger Technologie-Trend in der Qualitätssicherung ist es, dass die Messmaschinen einfach und intuitiv bedienbar sein müssen. Hier liegt ein großes Augenmerk auf der Messesoftware, die Bediener bestmöglich unterstützen soll. Nicht zuletzt sind auch die Inline-Prüfungen ein großes Thema – Produkte müssen zur Messung nicht erst ausgeschleust werden, sondern werden im Produktionsprozess der Messung oder Prüfung unterzogen. Was allerdings neue Herausforderungen mit sich bringt, weil

„Es ist festzustellen, dass QS-Maßnahmen in vielen industriellen und nichtindustriellen Bereichen eine nie dagewesene Bedeutung erlangt haben“, sagt Bettina Schall.

die Verfahren im rauen Herstellungsprozess sicher funktionieren müssen. Denken Sie nur an Vibrationen oder Lärm, die den Prüfvorgang nicht beeinflussen dürfen.

Ein Schaufenster für diese Trends ist die Control. Was ist die besondere Stärke der Messe? Warum sollten sich Besucher auf den Weg nach Stuttgart machen?

Schall: Die Control ist weltweit bekannt und anerkannt als Top-Messeereignis in Sachen Qualitätssicherung. Sie ist für viele Unternehmen seit Jahrzehnten die wichtigste Messe im Jahreskalender. Die Aussteller schätzen hier die besonders hohe Dichte an Fachbesuchern, die mit konkreten Projekten die Messe besuchen und das Fachgespräch suchen. Das hohe fachliche Niveau, die hohe Internationalität und die lösungsorientierte Ausrichtung dieser Messe machen sie zu einem unverzichtbaren Branchenevent. Die hervorragende Arbeitsatmosphäre macht die Control zu einem Branchen-Highlight.

Welche Bedeutung hat das Thema Software auf der Control? Werden die entsprechenden Anbieter wieder vor allem in Halle 8 gebündelt sein, wie es im vergangenen Jahr der Fall war?

Schall: Das Thema Software gewinnt auf allen Gebieten Bedeutung, natürlich auch bei den unterschiedlichen Lösungen zur Qualitätsüberprüfung und Qualitätssicherung. Eine spezielle und gesonderte Bündelung hat sich für die diesjährige Messe nicht empfohlen, weil Software in diversen Systemen und Applikationen in allen vier Hallen – also 3, 5, 7 und 9 – gleichermaßen thematisiert wird.

Welche Rolle spielt das Thema Bildverarbeitung auf der Control?

Schall: Seit Jahren ist festzustellen, dass bildgebende Verfahren und die Bildverarbeitung in der Qualitätssicherung einen wachsenden Stellenwert einnehmen. Die-

ser Bereich entwickelt sich rasant weiter. Das spiegelt auch die Control wider. Vision-Systeme sind im Rahmen der Automatisierung in allen Branchen zunehmend im Einsatz. Für die Weiterentwicklung dieser Technologie spielt natürlich auch die Software eine wichtige Rolle. Die Datenanalyse geschieht in vielen Fällen längst KI-gestützt, was die Datenauswertung schneller und zuverlässiger macht.

Seit der Corona-Krise finden viele Veranstaltungen nur noch online statt.

»Für die aktuellen Herausforderungen in der Produktion hinsichtlich Effizienz, Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit sind QS-Lösungen von großer Bedeutung.«

Warum können Messen aus Ihrer Sicht den Besuchern nach wie vor einen wichtigen Mehrwert bieten?

Schall: Die messefreie Zeit hat zumindest für die Investitionsgüterindustrie deutlich gemacht, wie wichtig die Präsenzmessen sind. Sie waren jahrzehntelang ganz selbstverständlich, und dann plötzlich fehlten sie. Da ist allen Beteiligten erst richtig klar geworden, wie wichtig die Präsenzmessen sind. Ein persönlicher Messebesuch ist unverzichtbar für den fachlichen Austausch, für den Wettbewerbsvergleich, für die konkrete Lösungssuche, für die Kundenpflege. Bei den persönlichen Begegnungen auf Messen passiert das Business, hier passieren die Umsetzung neuer Lösungen und der Fortschritt. Das erfolgt weder am Telefon noch bei virtuellen Präsentationen. Die sind natürlich hilfreich und sinnvoll, ersetzen aber in keiner Weise eine Messe.

Gibt es ein zusätzliches elektronisches Angebot zur Präsenzmesse?

Schall: Einige Aussteller nehmen das Angebot auf der Control-Webseite sehr gerne wahr, um auf ihre Neuheiten und Messe-Highlights aufmerksam zu machen. Doch

hat sich nach den notwendigen und auch sehr nützlichen virtuellen Angeboten während der messefreien Zeit deutlich herausgestellt, dass die Präsenz bevorzugt wird.

Wir erleben gerade schwierige Zeiten, Unternehmen sehen sich vielen Unwägbarkeiten ausgesetzt. Wie nehmen Sie die Stimmung in der QS-Branche wahr?

Schall: Hohe Preise für Rohstoffe und Energie, steigende Lohnkosten, stockende Lieferketten und der Fachkräftemangel sind Hürden, die aktuell in fast allen Bereichen beklagt werden. Produzierende Unternehmen sind deshalb dringend auf wirtschaftliche, kostensparende und reibungslose Abläufe angewiesen. Das ist auch in der QS-Branche so. Eine wirksame Qualitätssicherung an vielen unterschiedlichen Stellen kann wesentlich dazu beitragen, dass die Unternehmen effizienter und sparsamer fertigen können.

Hat sich die Bedeutung der Qualitätssicherung in den Firmen in den vergangenen Jahren verändert?

Schall: Es ist festzustellen, dass QS-Maßnahmen in vielen industriellen und nicht-industriellen Bereichen eine nie dagewesene Bedeutung erlangt haben. Die Forderung nach Null-Fehler-Produktion und nach Top-Qualität ist ein Treiber. Ein anderer Treiber ist die Automatisierung, die präzise Kontroll- und Prüfprozesse erfordert, sonst wären automatische Herstellungsabläufe gar nicht möglich. QS-Maßnahmen tragen auch dazu bei, die Produktionsherausforderungen Effizienz, Ressourcenschutz und Nachhaltigkeit zu bewältigen. Um effiziente Prozesse abbilden zu können, müssen die Zustände an jeder Stelle der Prozesskette bekannt sein. Für diese Transparenz ist eine verlässliche Qualitätssicherung unerlässlich. Am Ende dient das auch dem Ressourcenschutz und der Nachhaltigkeit. Fehlerhafte Teile können sofort ausgeleitet werden, es werden Energie und Produktionsmittel eingespart.



Das kompakte TomoScope XS eignet sich ideal für den Einsatz bei Toolcraft, wo die Spritzgießabteilung es unter anderem zur Qualitätssicherung von Kleinstfiltern verwendet. In der Vorrichtung auf dem Foto werden bis zu 32 dieser Filter gleichzeitig gescannt.

Bild: Werth

Computertomografie im Einsatz bei Toolcraft für Spritzgießteile

Präzise bis auf den Mikrometer

Cerumenfilter schützen Hörgeräte vor Ohrenschmalz. Um die Geometrie und Maßhaltigkeit dieser nur knapp 2 mm großen Spritzgießteile zu überprüfen, setzt Toolcraft auf das CT-Koordinatenmessgerät TomoScope XS von Werth – und spart im Vergleich zur optischen Messtechnik viel Zeit.

Als Zerspanungsdienstleister 1989 mit nur einer Fräsmaschine gestartet, hat sich Toolcraft seit seiner Gründung zum Anbieter von Komplettlösungen für High-End-Präzisionsteile entwickelt. Dafür deckt das Unternehmen mit seinen 436 Mitarbeitern

– darunter 57 Auszubildende – die gesamte Prozesskette ab. „Cross Dimensional Manufacturing“ nennt Toolcraft seinen über die Jahre entwickelten Beratungs- und Fertigungsstandard, der die Bereiche CNC-Zerspanung, Additive Fertigung, Formenbau und Spritzguss sowie Robotik und Automatisierung einbezieht.

Thomas Lender, Bereichsleiter Spritzguss, beispielsweise hat seit seinem Eintritt ins Unternehmen 2008 eine leistungsstarke Abteilung aufgebaut. Von 0 auf 30 wuchs der Spritzgießmaschinenpark, der 2022 in eine neugebaute Halle ziehen durfte. Sein 55 Personen starkes Team bewältigt eine Vielzahl verschiedener Projekte. „Die Zusammenarbeit mit den anderen Abteilungen spielt für uns eine ganz entscheidende Rolle. Denn wir profitieren von kurzen Wegen und schneller Reaktionsfähigkeit, so dass wir mit unserem Spritzguss hier am Standort Deutschland weltweit konkurrenzfähig sind“, betont Lender.

Sehr eng arbeitet seine Abteilung mit dem Formenbau zusammen, der seit 2005 zum Unternehmen



Wolfgang Klingauf
K+K-PR
im Auftrag von
Werth
www.werth.de

gehört. Damals übernahm Toolcraft Spalter Feinwerktechnik, ein kleines Werkzeug- und Formenbau-Unternehmen, früher Teil der Firma Trix Modelleisenbahn. „Das vorhandene Know-how bezüglich der Fertigung von Klein- und Kleinstteilen prägt bis heute unser Formenbau- und Spritzguss-Angebot“, erklärt Lender. „Besonders häufig sind wir für Kunden aus der Medizintechnik und speziell aus dem Sektor Hörakustik tätig. Wir fertigen zum Beispiel verschiedene Hörgerätegehäuse in 2-Komponenten-Technik.“

Besonders interessant ist dabei das Cerumenfilter-Projekt, das ein Schweizer Hörgerätehersteller 2017 mit Toolcraft gestartet hat. Cerumen ist der medizinische Fachausdruck für Ohrenschmalz. Um den Lautsprecher des Hörgerätes, der mit einem Ohrpassstück in den Gehörgang eingeführt wird, vor Verschmutzung und Cerumen zu schützen, wird er mit einem Filter bestückt. Lender: „Hier kommt das Cross Dimensional Manufacturing in voller Breite zum Tragen. Wir haben unseren Kunden bereits beim Design unterstützt, damit die Herstellung von Filtern und Gehäusen automatisierbar und werkzeugtechnisch möglich ist. Wir haben die Werkzeugkonstruktion und den Formenbauübernahmen übernommen, den kompletten Spritzguss- sowie Montageprozess automatisiert und liefern heute exklusiv die fertigen, qualitätsgeprüften Produkte an den Kunden.“

Der Cerumenfilter aus Kunststoff besitzt einen Durchmesser von 1,6 mm und muss vom Patienten regelmäßig ausgetauscht werden. „Für den einfachen Wechsel entwickelte unser Partner die sogenannte Cerushield Disk, eine kleine, scheibenförmige Dose, die acht neue Filter und ein integriertes Entnahmewerkzeug enthält“, erklärt Lender. „Unser Auftrag umfasst die Serienproduktion sowohl der Filter als auch der Cerushield Disk. Sie besteht aus einem Bottom, Top und Label, die wir fertig montiert und mit Filtern bestückt liefern.“ Ein weiterer Bestandteil des Auftrags sind Massenspeicher mit 40 Filtern, die der Kunde zur Erstausrüstung seiner Hörgeräte nutzt.

Im Laufe der Projektentwicklung wurde schnell klar, dass die größte Herausforderung in den Filtern steckt. Neben dem prozesssicheren Handling dieser Kleinstteile galt es vor allem, deren Qualität sicherzustellen. Lender hatte von Anfang an eine Lösung im Hinterkopf: „Wir hatten schon in den Jahren vorher mit dem Kauf eines industriellen Computertomografie-Koordinatenmessgeräts geliebäugelt.“ Denn die grundsätzlichen Möglichkeiten dieser Technologie eröffnen speziell im Bereich Spritzguss sehr viele Möglichkeiten. Lender erwähnt zum Beispiel das berührungslose Messen – selbst von elastischen und transparenten Teilen – sowie das vollständige Erfassen aller Geometrien inklusive innerer Strukturen. Ein



Der Cerumenfilter (hier ein Modell) misst im Durchmesser 1,6 mm (Toleranz $\pm 0,02$ mm). Seine diffizile Kontur mit Führungsnoppen und Durchbrüchen stellt hohe Ansprüche an die Messtechnik.

weiterer Vorteil der Computertomografie ist, dass die Prüflinge in nur einer Messlage ohne Spannmittel gemessen werden. Außerdem sind moderne CT-Geräte in der Lage, viele Maße in kurzer Zeit und hoher Präzision zu erfassen.

Versuchsreihe brachte klare Ergebnisse

Fehlte dem Spritzguss-Team bisher noch der letzte Anstoß zu einer solchen Investition, das Projekt Cerumenfilter machte die Entscheidung leicht. „Wir hätten die winzigen Filter natürlich auch optisch messen können. Das wäre aber mit sehr viel größerem Aufwand verbunden gewesen“, argumentiert Lender. So holten die Verantwortlichen Angebote verschiedener Hersteller ein, qualifizierten diese nach den Anforderungen etwa bezüglich Auflösung und Genauigkeit und nahmen drei in die engere Auswahl. Es folgten Versuche mit einer Hörgeräteverriegelung aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff, ein Werkstück, das dem Cerumenfilter in Größe, Komplexität und Material sehr ähnlich ist.



Webhinweis

Die Komplettlösung für den Cerumenfilterschutz für Hörgeräte einschließlich der CT-Lösung zeigt Toolcraft in diesem Video:



<http://hier.pro/fnQQ4>

Bei diesen Scan-Versuchen schnitt Werth (Control: Halle 5, Stand 5201) mit dem Tomoscope XS am besten ab. „Das Ergebnis war eindeutig“, bestätigt Lender. „Werth lieferte die beste Performance hinsichtlich des Scanergebnisses, der Auswertung, aber auch in Bezug auf die gesamte Kommunikation und den Support. Zudem ist das Preis-Leistungs-Verhältnis beim Tomoscope XS in dem von uns benötigten Leistungs- und Größenspektrum mit Abstand das Beste.“

Die Toolcraft-Spritzgießer trafen die Wahl mit Fokus auf das Cerumenfilter-Projekt, wie Lender betont: „Für uns war es wichtig, dass wir die kleinen Filter mit Durchmesser 1,6 mm und $\pm 0,02$ mm Toleranz schnell und reproduzierbar messen sowie die diffizile Kontur mit Führungsnoppen und Durchbrüchen kontrollieren können. Wir messen auch die Filterkammern im Bottom der Disk. Sie weisen feine Rastgeometrien auf, die den Filter fixieren.“

Schnelle Messungen mit hoher Auflösung

Für diese Aufgaben besitzt das Tomoscope XS als Kernelement eine Transmissionsröhre im Monoblock-Design, die auch bei hoher Röhrenleistung einen kleinen Brennfleck erreicht. Dadurch lassen sich schnelle Messungen mit hoher Auflösung durchführen. Außerdem minimiert die luftgelagerte Drehachse durch eine hochpräzise Positionierung des Werkstücks die Messunsicherheiten. Eine weitere Stärke: Da die Rekonstruktion des Werkstück-Volumens in Echtzeit parallel zur Bildaufnahme stattfindet, sind schnelle prozessbegleitende Messungen möglich.

Natürlich dachten die Toolcraft-Verantwortlichen beim Kauf des CT-Geräts bereits an weitere, zukünftige Verwendungsmöglichkeiten – zum Beispiel fürs

Messen oder die Ist-Soll-Analyse anderer Bauteile und Materialien bis hin zu Formeinsätzen aus dem Werkzeugbau. Insofern kam es ihnen durchaus gelegen, dass beim Tomoscope XS die Röhrenspannung 160 kV beträgt. Diese ermöglicht, dass auch Werkstücke mit größeren Durchstrahlungslängen und dichtere Materialien gescannt werden können.

Neben dem günstigen Anschaffungspreis waren für Lender auch die laufenden Kosten ein wichtiger Faktor. Diesbezüglich konnte das Tomoscope XS durch das Monoblock-Design von Röhre, Generator und Vakuumerzeugung punkten, das für lange Wartungsintervalle und eine theoretisch unbegrenzte Lebensdauer steht. Das heißt, Stillstandszeiten und Betriebskosten werden minimiert.

Einfach zu bedienen durch die Messsoftware

Seit 2018 steht das Werth Tomoscope XS im klimatisierten Messraum in der Spritzgießhalle. Bedient wird es in erster Linie von Messtechniker Aleksander Miskic. Er erinnert sich gerne an den reibungslosen Ablauf bei Auslieferung und Inbetriebnahme, und er attestiert dem Tomoscope XS sowie der Messsoftware Winwerth große Bedienerfreundlichkeit: „Bereits nach 20 min Einführung zu Beginn der dreitägigen Schulung konnte ich erste Messungen durchführen.“

Außerdem, so Miskic, stehen ihm die Werth-Spezialisten mit fachkundigem Rat stets zur Seite. Insbesondere am Anfang war diese Unterstützung wichtig, um für die Cerumenfilter auswertbare Messergebnisse zu erhalten. Das Problem: Bei den Kleinteilen aus glasfaserverstärktem Kunststoff waren bei den ersten Scans kaum die Filterkonturen zu erkennen, sondern vielmehr die enthaltenen Glasfasern. Nach kurzer



Thomas Lender (rechts), Bereichsleiter Spritzguss, erklärt Werth-Vertriebsleiter Detlef Feger anhand eines Modells die wichtigsten Prüfmaße der Cerumenfilter.

Bild: Werth



Bild: Werth

Aleksander Miskic, Messtechniker Spritzguss, betreut vorrangig das TomoScope XS. Hier startet er eine Messung von mehreren Cerumenfiltern.

Rücksprache war das Problem behoben und die Filter mit all ihren Details messbar. Miskic: „Die Bedienung des Geräts ist zwar einfach und schließt viele Fehler aus. Doch es kommt auch bei der CT auf die richtigen Einstellungen an. Diesbezüglich durften wir von Werths großer Erfahrung profitieren.“

Inzwischen hat sich die Computertomografie mit dem TomoScope XS im Toolcraft-Spritzguss etabliert. Die Produktion der Cerumenfilter und Cerushield Disks läuft voll automatisiert auf zwei Anlagen. Um die Qualität sicherzustellen, prüft Miskic täglich zwei Chargen aus jeder Anlage. Bei den Spritzgießwerkzeugen mit jeweils acht Kavitäten sind das insgesamt 32 Filter. Mit einer selbst entwickelten, 3D-gedruckten Messvorrichtung kann er alle Filter in einem Vorgang scannen. Anschließend visualisiert er die Prüflinge und ermittelt die relevanten Maße. Sein Fazit: „Das CT ist wirklich super. Wenn ich die Prüfung so vieler geometrischer Eigenschaften mit optischen Messverfahren durchführen müsste, bräuchte ich ein Vielfaches der Zeit.“

Auch Lender ist hochzufrieden: „Wir nutzen das TomoScope XS nicht nur für das Filterprojekt, sondern haben es auch in die Erstbemusterung und Serienfertigung anderer Produkte integriert. Vorteilhaft

»Vorteilhaft ist der Einsatz von Computertomografie auch in der Werkzeugkorrektur. Da sich die Geometrieabweichungen exakt darstellen und messen lassen, sparen wir uns hier gegenüber früher einige Iterationsschleifen.«

Thomas Lender, Toolcraft

ist der Einsatz von Computertomografie auch in der Werkzeugkorrektur. Da sich die Geometrieabweichungen exakt darstellen und messen lassen, sparen wir uns hier gegenüber früher einige Iterationsschleifen.“

Der industriellen Computertomografie prophezeit er eine erfolgreiche Zukunft: „Das Verfahren wird immer schneller und präziser, sodass sich sein Einsatz im Kleinteilesektor sehr schnell bezahlt macht. Und nicht zu vergessen: Im Vergleich zu anderen Messverfahren ist bei der Computertomografie der Einfluss des Bedieners verhältnismäßig gering.“

Mittelständischer Kunststoffverarbeiter nutzt Einstiegsmodell von Zeiss

Die Nase vorn mit Computertomographie

Klein Kunststofftechnik setzt auf einen Einstiegs-Computertomographen von Zeiss für die Erstbemusterung und die Fertigungsüberwachung seiner produzierten Teile. Dadurch hat das Unternehmen im Lauf des vergangenen Jahres schon viel Zeit gespart.

Bei uns ist es fast schon Tradition, dass wir Technologien einführen, bevor es andere machen", erzählt Michael Klein, Geschäftsführer von Klein Kunststofftechnik. Er ist einer der drei Gründer des Familienunternehmens, neben seinem Vater Josef und seinem Bruder Walter Klein. 1982 übernahmen die Brüder die Verantwortung für den Betrieb – eine schwierige Zeit, wie Klein berichtet, aber auch eine, die das Unternehmen durch Mut und Weitsicht überwunden hat. „Zum Beispiel haben wir schon früh PCs und das Internet genutzt um uns und unseren Kunden damit die Arbeit erleichtert – als die anderen noch auf Bleistift, Brief und Faxgerät setzten.“

Heute steht in der Qualitätssicherung des Unternehmens ein industrieller Computertomograph (CT) – der Metrotom 1 von Zeiss (Control: Halle 9, Stand 9300). „Auch da sind wir anderen Unternehmen ähnlicher Größe wieder einige Jahre voraus“, freut sich der Geschäftsführer. Das CT-Einstiegsmodell ist kompakt, benutzerfreundlich, wartungsarm und bietet ein attraktives Preis-Leistungs-Verhältnis – und erwies sich somit als optimale Lösung für Klein Kunststofftechnik. Die Lösung von Zeiss aus Hardware und Software bietet einen durchgängigen Workflow für die zuverlässige Prüfung von Kunststoffteilen.

Seit 1965 produziert Klein Kunststofftechnik in Dettenheim nördlich von Karlsruhe Kunststoffteile für verschiedene Branchen wie Elektronik- und Sensor-Industrie, Maschinenbau und auch die Automobil-Industrie. Neben dem Spritzguss



Dennis König arbeitet als Mitarbeiter Qualitätssicherung bei Klein Kunststofftechnik regelmäßig mit dem Einstiegs-CT Metrotom 1 von Zeiss.

Bild: Zeiss

veredelt das Unternehmen die Kunststoffteile – etwa durch Bedruckung, Heißfolienprägung, mechanische Bearbeitung oder EMV-Beschichtung für elektronische Geräte. Zunehmend sind zudem Baugruppen statt einzelner Komponenten gefragt, auch das macht das Unternehmen möglich. Auch die Werkzeuge für den Spritzguss fertigt das Unternehmen selbst.

Mit insgesamt 35 Mitarbeitern produziert Klein Kunststofftechnik über 40 Millionen Kunststoffteile und Baugruppen pro Jahr für Kunden, die um ein Vielfaches größer sind, bis hin zu globalen Konzernen. „Wir haben gar nicht das Ziel, beim Personal zu wachsen“, sagt Klein. „Wir schaffen mit unserer Größe

alles, was unsere Kunden brauchen, und bewahren uns damit eine Flexibilität, die größere Unternehmen oft nicht mehr haben.“

Großen Ehrgeiz dagegen hat das Unternehmen bei der Qualität. Daher nutzt es seit vielen Jahren Messgeräte von Zeiss, darunter ein Koordinatenmessgerät Duramax im Formenbau. Doch viele Kunden der Spritzgießerei verlangen mittlerweile CT-Scans, insbesondere bei der Erstbemusterung. Für kleine Fertigungsunternehmen kommen immer neue Anforderungen hinzu wie zum Beispiel eine GPS-Bemaßung (Geometrische Produktspezifikation) nach dem ISO GPS-Normensystem.

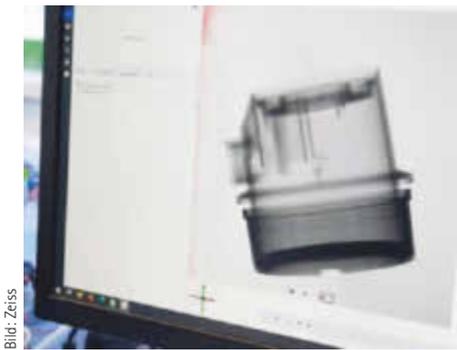


Bild: Zeiss

Die Analyse-Software Gom Volume Inspect ist optimal auf den Metrotom 1 abgestimmt.

Das CT-System von Zeiss erfüllt diese Anforderungen: Das attraktive Preis-Leistungs-Verhältnis machte die Anschaffung möglich und bietet deutliche Vorteile: „Ein CT scannt ein Teil viel schneller als herkömmliche Messgeräte und erfasst dabei ungleich mehr Datenpunkte“, erklärt Dennis König, Mitarbeiter in der Qualitätssicherung bei Klein Kunststofftechnik. „Wir hatten damit schon Erfahrung, weil wir für manche Aufgaben CT-Scans von extern beauftragt haben. Und als wir vom Metrotom 1 hörten, entschieden wir: Ab jetzt machen wir das selbst.“

Anwenderfreundliche Messsoftware

Für die Entscheidung sprach auch, dass sich der Metrotom 1 ohne Probleme im Qualitätslabor installieren und betreiben lässt angesichts der kompakten Maße (1.750 x 1.820 x 870 mm Breite, Höhe und Tiefe) und einem vergleichsweise niedrigen Gewicht von 2.100 kg. „Unsere Räume sind entsprechend unserer Unternehmensgröße nicht gerade üppig dimensioniert, da war das schon ein wichtiger Faktor“, sagt König. Auch der geringe Wartungsbedarf machte den CT attraktiv: Die geschlossene Röhre des Metrotom 1 muss lediglich einmal im Jahr mit minimalem Einsatz gewartet werden.

Nicht zuletzt war auch die Software ausschlaggebend für die Anschaffung: Der Metrotom 1 ist mit der Analyse-Software Gom Volume Inspect ausgestattet, die optimal auf die Hardware abgestimmt ist. „Wir kennen verschiedene Softwarelösungen für Analyse und Auswertung, und Gom Volume Inspect beziehungsweise

se Software von Zeiss generell ist bei der Anwenderfreundlichkeit immer an der Spitze“, betont König. „Die Bedienung ist intuitiv, man hat alle Funktionen, die man braucht, inklusive Trend-Analyse und Teil-zu-Teil-Vergleich. Und die farbcodierte Darstellung der Ergebnisse verschafft schnell Anschluss – einfach bestens.“

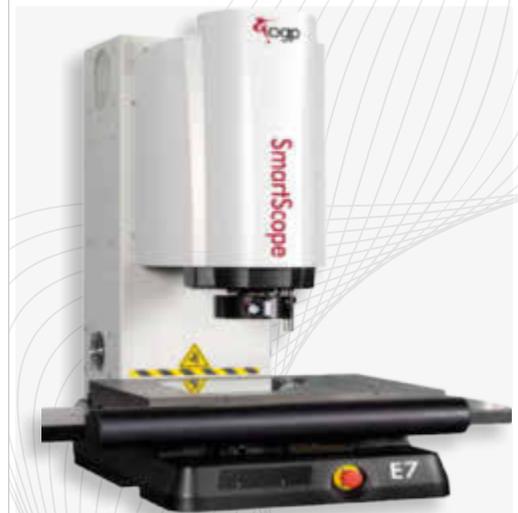
Heute nutzt Klein Kunststofftechnik den Metrotom 1 für die Fertigungsüberwachung sowie für die Erstbemusterung. „Die Vorteile sind deutlich spürbar: Die erste Auswertung eines Teils dauert aufgrund der großen Datenmenge etwas länger, aber ab dann scannt man für einen Vergleich einfach nur schnell ein. Das hat uns im Lauf des vergangenen Jahres schon unschätzbar viel Zeit gespart“, so König. Auch Geschäftsführer Klein ist hochzufrieden: „Klar ist ein CT eine Investition, gerade für ein Unternehmen unserer Größe – aber das spart uns dafür die Kosten für die externe Beauftragung und gibt uns zusätzlich völlig neue Möglichkeiten in der Qualitätssicherung.“ Scherzhaft fügt er hinzu: „Wobei wir jetzt fast ein bisschen zu viel sehen, mit Röntgentechnologie bleibt einem nichts verborgen, und wo wir und unsere Kunden bisher gesagt haben, dass das schon so passt, müssen wir jetzt reagieren und immer noch besser werden. Aber das gibt uns eben auch nochmal ein weiteres Stück Vorsprung gegenüber unseren Marktbegleitern.“ Die Zeit, in der Klein Kunststofftechnik diesen Vorsprung hat, will das Unternehmen auch nutzen, denn Klein ist sich sicher: „Beim Thema CT werden früher oder später wahrscheinlich die meisten nachziehen – die Vorteile sind einfach zu groß. Und mit Einstiegsmodellen wie dem Metrotom 1, sind die Hürden für die Nutzung dieser Technologie niedriger als je zuvor.“



Dr. Matthias Ernst
Storymaker
im Auftrag von Zeiss
www.zeiss.de

Festoptik 6 Megapixel Digitaler Zoom

>> NEU <<



SmartScope E7

OGP Messtechnik GmbH
Nassaustr. 11 | 65719 Hofheim-Wallau
Tel.: 06122 / 99 68 0

www.ogpmesstechnik.de



Bild: LK Metrology

Das Fahrgestell des Emira, das auf dem fahrerlosen Transportfahrzeug verbleibt, wird in seine Position abgesenkt und für die Inspektion durch Laserscanning ausgerichtet.

Koordinatenmesstechnik für die Fertigung des Lotus Emira

Messen im Takt der Produktion

Der Emira ist der präziseste Sportwagen, den Lotus je gebaut hat – nicht zuletzt dank des Invests in das 5-Achsen-Zweiarm-Koordinatenmessgerät HC-90TR von LK Metrology mit Multisensorik. Es ermöglicht eine 100-prozentige, berührungslose Dimensionsprüfung bei Produktionsgeschwindigkeit.

Wer sich für Supersportwagen interessiert, der ist im Werk von Lotus in Hethel in der britischen Grafschaft Norfolk richtig. Seit dem Frühjahr 2022 wird dort die First Edition des neuen Leichtbaufahrzeugs Emira produziert. Ein wesentlicher Bestandteil der Fertigung ist dabei

das neue Koordinatenmessgerät LK HC-90 von LK Metrology (Control: Halle 9, Stand 9505). Es ist in der Fabrik auf einem speziellen Fundament 1 m tief in den Boden eingelassen. Das bedeutet, dass ein zu vermessender Emira den Bereich ohne Hebevorrichtungen erreichen kann. Das Messvolumen der Maschine beträgt nominal 6,3 x 1,6 x 2,5 m – und damit groß für eine komplette Karosserie.

An beiden Armen der Koordinatenmessgeräts werden moderne Dreifach-Laser-Kreuzscanner eingesetzt, um Merkmale automatisch auf beiden Seiten des Emira gleichzeitig zu messen. Die LK HC-90 gehören zu den genauesten Horizontalarm-

Koordinatenmessgeräten; sie können eine volumetrische Genauigkeit von 10,0 µm + L/200 und eine Wiederholgenauigkeit von 6 µm erreichen. Sie kombinieren die hohe Leistung von Brücken-Koordinatenmessgeräten mit der Flexibilität der in Automobilwerken weit verbreiteten Horizontalarm-Konfiguration.

Das Koordinatenmessgerät führt automatisierte Messzyklen so schnell durch, dass es mit der kurzen Takt-Zeit mithalten kann, die die Geschwindigkeit der Emira-Produktionslinie bestimmt. Dank des schnellen Durchsatzes kann jedes Auto geprüft werden, so dass dieses Lotus-Modell das erste ist, dessen Herstellung



Chris Wright
im Auftrag von
LK Metrology
www.lkmetrology.com

durch eine derart umfassende Qualitätskontrolle unterstützt wird. Bei zwei Besuchen des Fahrzeugs in verschiedenen Stadien seiner Herstellung im LK HC-90TR werden insgesamt 130 Messungen in Scanning-Routinen durchgeführt, die etwa 12 beziehungsweise 8 min dauern. Die schnellen Prüfzyklen lassen einem fahrerlosen Transportfahrzeug, das ein Fahrge- stell zum Koordinatenmessgerät gebracht hat, genügend Zeit, es zu beladen und anschließend wieder in die Linie zurückzubringen.

Bevor die Messung beginnt, bleibt außerdem Zeit, die Ausrichtung des Fahrzeugs in Bezug auf das Referenzpunktsystem im Koordinatenmessgerät zu überprüfen und die Laserscanner mit speziellen Kalibrierkugeln zu kalibrieren. Um Schnelligkeit und Genauigkeit zu gewährleisten, werden sie mit Sensoren angetastet, die von den Armen automatisch über ein Gestell ausgetauscht werden. Derselbe Sensor wird für die Messung einiger kritischer Innenabmessungen des Fahrzeugs verwendet, während der Laserscanner die Freiformflächen mit hoher Geschwindigkeit abtastet.

Im Vergleich zu den traditionellen Verfahren der Qualitätskontrolle bei der Herstellung dieser weitgehend handgefertig-

ten Sportwagen, die aus leichten Hightech-Verbundplatten bestehen, sind die Vorteile der schnellen Punktwolkenerfassung und -digitalisierung in der Zelle von LK Metrology enorm. Früher wurde ein Musterchassis auf einem manuellen Koordinatenmessgerät mit einem Arm, der mit einem Messtaster ausgestattet war, zeilenseitig gemessen. Wenige Merkmale wurden in bis zu 5 h an typischerweise einem von zwei Dutzend Chassis geprüft, die aus der Produktion genommen und anschließend wieder eingesetzt werden mussten. Das Fehlerpotenzial war nicht nur durch menschliches Eingreifen gegeben, sondern auch dadurch, dass das Fahrzeug während der Prüfung neu positioniert werden musste, um die begrenzten Achsverfahrwege des alten Koordinatenmessgeräts auszugleichen. Noch schwerwiegender war, dass jedes der nicht geprüften Autos zwischen den Mustern außerhalb der Toleranz liegen konnte, was zu zeitaufwändiger, teurer Nacharbeit in der Folgezeit führte.

„Mit dem Lotus Emira zielen wir auf das Premium-Segment des Weltmarkts ab, daher ist ein sehr stabiler Produktionsprozess erforderlich, um eine hohe Fertigungsqualität zu gewährleisten“, betont Tom Mackrill, Dimensional Quality Manager im Werk



Bild: LK Metrology

Tom Mackrill, Dimensional Quality Manager im Lotus-Werk in Hethel: „Wir zielen mit dem Emira auf das Premium-Segment des Weltmarkts ab, daher ist ein sehr stabiler Produktionsprozess erforderlich, um eine hohe Fertigungsqualität zu gewährleisten.“

COMPACT.
CONSISTENT.
COMPETITIVE.

kapp-niles.com



Hall 7
Booth 7108



KAPP NILES

precision for motion

in Hethel. „Die Produktionsrate dieses Fahrzeugmodells im Jahr 2022 ist wesentlich höher als im Jahr zuvor, als wir die Produktion von Elise, Exige und Evora beendet haben, und steigt stark an. Daher benötigen wir eine Messtechnik-Lösung, die nicht nur eine hohe Präzision unterstützt, sondern auch schnell genug ist, um große Datenmengen zu generieren, um mit der Produktionsrate Schritt zu halten.“

Lotus hat verschiedene Technologien für die Qualitätssicherung geprüft, darunter auch solche mit verschiedenen robotergestützten Messköpfen. Der Nachteil: Roboter, insbesondere wenn sie mobil sind, bringen zusätzlich zu den Messgeräten, die sie tragen, ein Fehlerpotenzial mit sich. Zudem würde ein Referenzmesssystem benötigt, um sie zu kalibrieren und neu auszurichten. „Wir kamen daher zu dem Schluss, dass ein statisches Koordinatenmessgerät für die Produktion unseres neuen Fahrzeugs der richtige Weg ist, wobei eine Zwei-Arm-Konfiguration und Laser-Kreuz-Scanner die erforderliche Messgeschwindigkeit gewährleisten“, sagt Mackrill.

Er fügt hinzu, dass die Zuverlässigkeit und Wiederholbarkeit die Qualität der Abmessungen des Emira vorantreiben, indem sie Daten an die Produktionslinie zurückmelden, um den Prozess zu validieren und zu kontrollieren und sicherzustellen, dass jedes Fahrzeug beim ersten Mal richtig gebaut wird. Eine solche Rückmeldung sei besonders wichtig für die Anlage zur Herstellung von Verbundplatten, da es bei den Klebeverbindungen zu Schwankungen kommen kann.

Nahaufnahme des PHS-2 von Renishaw (links), der eine stufenlose Positionierung des Kreuzscanners XC65DX-LS von Nikon ermöglicht und sicherstellt, dass die erforderlichen Prüfdaten innerhalb der Taktzeit der Emira-Produktionslinie erfasst werden.



Bild: LK Metrology

Die zweiachsigen Servo-Dreh-/Schwenköpfe PHS-2 von Renishaw, die die Laserscanner tragen, können sich kontinuierlich drehen und sind stufenlos positionierbar – im Gegensatz zu herkömmlichen Tastköpfen, die sich nur in 7,5-Grad-Schritten einstellen lassen.

Laserscanner haben eine unbegrenzte Positionierung

Jeder Scanner kann daher während eines Prüfzyklus sehr präzise ausgerichtet werden, was eine optimale Positionierung sowohl innerhalb als auch außerhalb des Fahrgestells für eine schnelle Erfassung von Freiform- und Geometriedaten ermöglicht. Im Inneren des Fahrzeugs kann der PHS-2 programmgesteuert gedreht werden, um Messungen vorzunehmen. Die DMIS-Programme, die jeden Arm steuern, sind im Wesentlichen spiegelbildlich zueinander, wobei zusätzliche Bewegungen separat eingefügt werden, um die geringfügigen Unterschiede zwischen den einzelnen Fahrzeugseiten zu berücksichtigen.

Der Kreuzscanner XC65DX-LS von Nikon mit drei Laserlinien erfasst in einer

einzigem Ausrichtung und einem einzigen Scandurchlauf die dreifache Menge an Daten, die mit einem Einlinien-Laserscanner erfasst werden kann. Er ermöglicht kurze Prüfzyklen auf dem LK HC-90TR, um eine 100-prozentige Qualitätskontrolle des Emira zu unterstützen. Die eingebaute Technologie bedeutet, dass der Sensor von der Farbe oder dem Reflexionsvermögen des Messobjekts unbeeinflusst ist. Außerdem ermöglicht sie eine automatische Echtzeitanpassung der Einstellungen nicht nur zwischen aufeinanderfolgenden Laserstreifen, sondern auch für einzelne Punkte entlang jeder Linie. Die LS-Variante des Scanners zeichnet sich durch einen größeren Abstand von bis zu 170 mm aus, so dass auch schwer zugängliche Merkmale erreicht werden können.

Zweistufiger Inspektionprozess

Fahrerlose Transportfahrzeuge bringen jeden Emira von der Produktionslinie zum Koordinatenmessgerät, sowohl früh am Ende der Rahmenlinie (Stufe 1) als auch wenn das Auto vollständig montiert ist (Stufe 2). Es wird ohne manuelle Eingriffe

i

Webhinweis

Die spezielle Koordinatenmesstechnik-Lösung für den Lotus Emira zeigt LK Metrology in diesem Video:



<http://hier.pro/DXp1j>

in der Fertigungslinie abgelegt, und ein Barcodeleser, ein so genanntes Skripting-System, überprüft die Identifikationsnummer des Fahrzeugs, die Farbe, ob es sich um ein Rechts- oder Linkslenkerfahrzeug handelt und ob ein Messprogramm der Stufe 1 oder Stufe 2 ausgeführt werden soll. Das Auto im Zustand der Stufe 1 ist keine konventionelle Rohkarosserie, da die Karosserieteile bereits lackiert sind und die Lenksäule und die Kabelbäume bereits vorhanden sind.

Nach der automatischen Kalibrierung der Laserscanner werden in den beiden Phasen 130 Messungen rund um das Auto vorgenommen, um die Genauigkeit des Fahrzeugs zu beurteilen. Aufhängungs- und Motorbefestigungspunkte sind kritische Bereiche für die Inspektion. Die Kontrolle von Spalt und Bündigkeit ist besonders wichtig, da sich der Abstand zwischen den Platten direkt auf die wahrgenommene Qualität des Fahrzeugs auf dem Vorplatz auswirkt. Die Programme werden weitgehend automatisch anhand von CAD-Modellen des Emira in der Software LK Camio erstellt.

Sie sorgt dafür, dass sich die Laserscanner so bewegen, dass sich die zu messenden Oberflächen immer in ihrem Sichtfeld befinden. Die erfassten rauscharmen Punktwolken werden gefiltert, um glatte, hochdetaillierte Netze zu erzeugen, die zum Vergleich der Messdaten mit dem CAD-Modell ausgerichtet werden können. Die Inspektionswerkzeuge ermöglichen eine intelligente Merkmalsextraktion,

Form- und Lagetoleranz und Profilanalyse, die durch eine schnelle Rückmeldung der Ergebnisse an die Produktionslinie und eine umfassende Berichterstattung unterstützt werden.

Lotus entschied sich für diese zweistufige Offline-Lösung für die prozessbegleitende Messtechnik, da sie für die Bedürfnisse des Unternehmens am zweckmä-

nem anderen Automobilwerk. Nachdem wir entschieden hatten, dass der Goldstandard der statischen Koordinatenmesstechnik der richtige Weg für uns ist, haben wir eine Reihe von Angeboten verschiedener potenzieller Anbieter geprüft. LK hat sich als der Beste in Sachen High-End-Technologie erwiesen. LK hat eine vollständig konfigurierte, schlüsselfertige

»Ein statisches Koordinatenmessgerät ist für die Produktion des Elmira der richtige Weg, wobei eine Zwei-Arm-Konfiguration und Laser-Kreuz-Scanner die erforderliche Messgeschwindigkeit gewährleisten.«

Tom Mackrill, Lotus

Bigsten ist. In anderen Szenarien könnten jedoch ein oder mehrere HC-90TR in der Fertigungsstraße selbst positioniert werden, um die Abmessungen zu überprüfen, bevor das Fahrzeug zum nächsten Fertigungsschritt weitergeleitet wird. Weitere Offline-Anwendungen sind Qualitätsaudits und Verifizierungsprüfungen.

Eine schlüsselfertige automatisierte Lösung

Die Messzelle wurde von LK im Januar 2021 in Betrieb genommen. Mackrill: „Lotus hatte vorher noch nicht mit LK zu tun, aber ich hatte bereits Erfahrungen mit den Koordinatenmessgeräten des Unternehmens während meiner Tätigkeit in ei-

Lösung mit mehreren Sensoren, komplett mit Messprogrammen und Zusatzgeräten, geliefert. Lediglich die Vorrichtungen zur Aufnahme der Karosserie kamen von uns.“

Mittlerweile hat Lotus in vier weitere Koordinatenmessgeräte von LK investiert, allesamt kleinere Brückenmaschinen. Sie kommen bei Lotus Advanced Structures, dem Werk für die Vormontage, zum Einsatz. Dabei handelt es sich um drei Altera M mit Messbereichen von nominell 3 x 2 x 1,5 m, 2 x 1,5 x 1,2 m beziehungsweise 1,5 x 1,0 x 0,8 m für die Qualitätskontrolle von Fahrwerkskomponenten sowie ein größeres, genaueres Ultima Koordinatenmessgerät mit einem Prüfvolumen von 4 x 2 x 2 m.



Minitab®

Mit der Statistiksoftware **Minitab** Ihre Messdaten erfolgreich analysieren und so Ihre Produktqualität steigern.



Minitab Workspace™

Mit dem **Minitab Workspace** Ihre Qualitätsverbesserungsprozesse erfolgreich durchführen und so Ihre Produktqualität steigern.

Quality

Six Sigma

DFSS

Lean Six Sigma



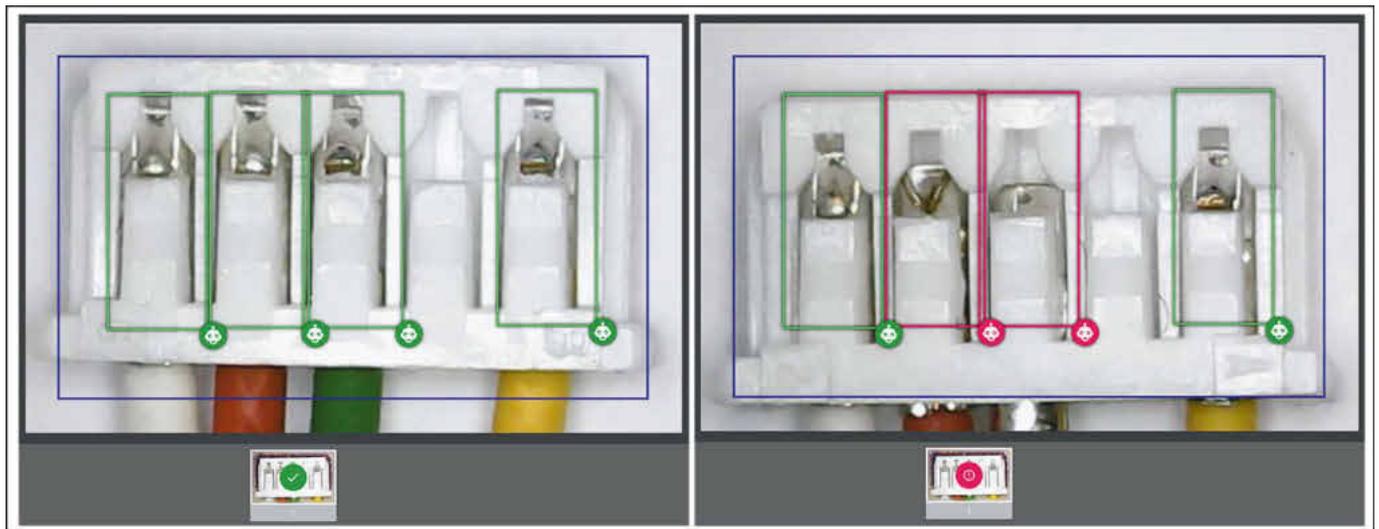
35. Control 2023

09.-12. MAI
STUTTGART

Halle 5 / Stand 5420
Wir freuen uns auf Ihren Besuch!

Erleben Sie ADDITIVE auf der Control 2023
<http://www.additive-minitab.de/control>

ADDITIVE
SOFT- & HARDWARE FÜR TECHNIK & WISSENSCHAFT



Die Prüfsoftware wird zur Chargenprüfung von Steckkontakten in der Medizintechnik eingesetzt: links das Referenzbild, rechts wird der von der KI erkannte Fehler angezeigt.

Sichtprüfung mit Künstlicher Intelligenz

Intelligente Assistenz

Sichtprüfungen können je nach Komplexität des Bauteils und Variantenvielfalt für den Werker nicht nur anstrengend, sondern auch ermüdend sein. Außerdem hängt die Fehlererkennungsrates stark von der Konzentration und der Erfahrung des Prüfers ab. Einen Lösungsansatz bietet eine KI-basierte Prüfsoftware.

Am Ende eines Montageschritts wird die Sichtprüfung vom Werker meistens schon intuitiv vollzogen: Sitzt die U-Scheibe richtig? Ist der Kabelbinder vorhanden? Hat die Kabellitze die richtige Farbe für diese Anschlussstelle? Unter Umständen ist genau dieser Arbeitsschritt

essenziell für die spätere Produktqualität und spart im Zweifel hohe Nachbearbeitungskosten. Denn je früher ein Mangel erkannt wird, desto leichter und zumeist auch kostengünstiger, lässt sich dieser beheben. Doch leider ist die Ergebnisqualität bei einer Prüfung durch den Menschen von Faktoren wie Erfahrung und persönlicher Sorgfalt abhängig.

Dieser Herausforderung haben sich Hopie Tech und Micronise (Control: Halle 3, Stand 3200) angenommen und das Computer Assisted Visual Inspection (Cavi) Prinzip auf Basis einer KI-basierten Routine umgesetzt, welche Werker bei der Sichtprüfung unterstützt. Das Herzstück dieser Lösung ist die von Hopie Tech entwickelte Sichtprüfungssoftware 2-Inspect, die um für die jeweilige Applikation erforderlichen Hardware-Komponenten, ergänzt wird. Das Gesamtsystem beinhaltet die Komponenten für die Bildaufnah-

me (Kameras mit passender Beleuchtung), sowie einen PC mit Touch-Monitor zur Interaktion mit dem Werker.

Die Sichtprüfungssoftware bildet den gesamten Prüfprozess ab und stellt KI-basierte „Prüfassistenten“ bereit, die in der Lage sind, ähnlich wie ein Mensch, Abweichungen zwischen zu prüfendem und Referenzbild zu erkennen und zu bewerten. Dies bezieht sich nicht nur auf Fragestellungen wie „vorhanden / nicht vorhanden“, sondern auch auf Prüfaufgaben, ob ein Element beispielsweise zwar „da“, aber vielleicht nicht korrekt angebracht ist (verdreht, verschoben). Da die Bandbreite zwischen „korrekt“ und „Fehler“ sehr groß sein kann, lernt das System mit jeder Prüfung hinzu und ist bereits nach kurzer Zeit in der Lage, eine Bewertung vorzunehmen.

In der Praxis macht der Werker zunächst ein Bild von seinem Montageob-

Bild: Micronise

Michael Klausnitzer
Geschäftsführer
Micronise
www.micronise.com

jekt. Aus diesem Bild extrahiert die Software automatisch alle zuvor definierte Prüfpunkte und zeigt sie dem Werker in einer tabellarisch-übersichtlichen Form an. Durch diese Gegenüberstellung von Ist-Bild mit dem Sollzustand aus der Referenzaufnahme, erkennt der Werker sofort, welche Punkte IO oder NIO sind, und kann diese per Touch-Eingabe bewerten. Diese bewerteten Prüfbilder werden in einem zweiten Schritt der Künstlichen Intelligenz zum Training zugeführt. Nach erfolgreichem Training ist die Software dann in der Lage, dem Werker für die nächsten Kontrollen Prüfvorschläge zu unterbreiten. Diese Vorschläge kann der Werker in einem Übersichtsbild leicht erfassen und durch Setzen eines Hakens freigeben.

Beispiele aus der Praxis zeigen die Vorteile dieser Lösung auf: So wird das Prüfsystem genutzt, um manuelle Montagearbeitsplätze in einer Elektronikfertigung mit einer End-of-Line Prüfung zu ergänzen. Der Montageprozess beinhaltet unter anderem einen Einpressvorgang von elektrischen Kontakten in eine Kunststoffhalterung. Für die Cavi-Prüfung wird an dem Aluminiumprofil über dem Arbeitsplatz eine Kamera mit Zoomobjektiv und telezentrischer Beleuchtung montiert. Während die Kamera auf die Einpressvorrichtung „schaut“, projiziert die telezentrische Beleuchtung einen grünen Lichtspot auf die Aufnahme der Einpressvorrichtung und stellt so eine homogene Ausleuchtung der Prüfperspektive sicher. Im

Arbeitsprozess bestückt ein Werker zunächst die Einpressvorrichtung mit allen notwendigen Federn und Rastelementen und vollzieht den händischen Einpressvorgang. Direkt nach dem Pressvorgang löst der Werker mit Hilfe eines Fußschalters die Prüfbildaufnahme durch die Kamera aus und schaut sich sodann das Ergebnis auf einem kleinen Touch-Monitor neben der Presse an.

Nur einwandfreie Ware wird letztlich verpackt

Ist alles IO, geht es zum Verpacken der Baugruppe über. Da das Pressen der letzte Arbeitsschritt vor dem Verpacken ist und das verpackte Produkt danach nicht mehr überprüft werden kann, würden mögliche Fehler erst beim Kunden entdeckt. Das Kontrollbild mit dem IO-Hinweis gibt dem Werker die Gewissheit darüber, dass vor dem Verpacken alles korrekt eingelegt wurde. Die neue End-of-Line Kontrolle bietet nicht nur eine Entlastung für den Werker, sondern versetzt das Unternehmen auch in die Lage, seinen Kunden gegenüber eine höhere Out-of-Box Qualität zu gewährleisten.

In einem anderen Beispiel wird die Prüfsoftware zur Chargenprüfung von Steckkontakten eingesetzt. Da schon kleine Montagefehler an elektrischen Kontakten zum Ausfall ganzer Systeme führen können, gelten sie als neuralgischen Punkte in der Verbindungstechnik. Für hochwertige Steckverbindungen in der Medizintechnik erfolgt die Endkontrolle

der Steckkontakte daher durch geschulte Prüfer, welche hierfür Mikroskope nutzen. Zum Test der KI-basierten Prüfsoftware wurde ein separater Prüfplatz mit digitaler Mikroskopkamera eingerichtet. In einem spontanen Wettbewerb zwischen menschlichem Prüfer und KI-Software zeigte sich, dass durch die KI mehr Fehler aufgedeckt wurden, als durch die prüfenden Personen. Zudem ergab sich ein nennenswerter Zeitvorteil durch den Einsatz der KI, da die Software mit einer Bildaufnahme alle Prüfpunkte zeitgleich auswerten kann, während der Prüfer mit dem Auge einen Prüfpunkt nach dem anderen sichten und bewerten muss. Die Prüfer nahmen es sportlich und freuten sich darüber, dass sie für die Routineprüfung durch die 2-Inspect-Software künftig entlastet werden und nur noch im Fehlerfall, genauer hinschauen müssen.

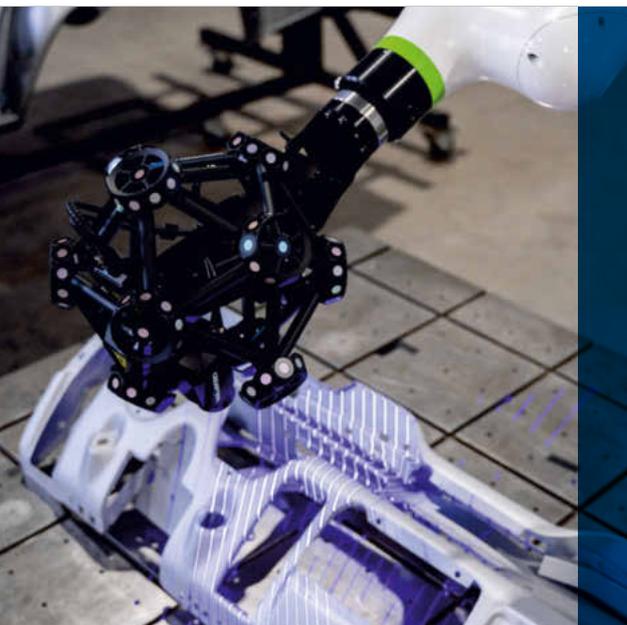
i

Webhinweis

Wie die Sichtprüfungssoftware 2-Inspect funktioniert, zeigt Hopie Tech in diesem Video:



<http://hier.pro/y4BEY>



MEHR ABMESSUNGEN AN MEHR TEILEN MESSEN

**GESCHWINDIGKEIT | GENAUIGKEIT
BENUTZERFREUNDLICHKEIT | VIELSEITIGKEIT**

Die schlüsselfertige 3D-Scanning-Lösung der R-Serie wurde für automatisierte Qualitätssicherungsanwendungen entwickelt und ermöglicht den Herstellern, Qualitätsprobleme schneller zu erkennen und ihre Korrekturmaßnahmen auf bessere statistische Analysen zu stützen. Möchten Sie Ihre Fertigungsprozesse optimieren und qualitativ bessere Teile herstellen? Sprechen Sie uns noch heute an!

Besuchen Sie uns auf der Control: Halle 5, Stand 5103
creaform3d.com | +49 711 1856 8030

CREAFORM / AMETEK®

Inline-Messsystem für Pulverbeschichtungen

Berührungslos und in Echtzeit

Fotothermische Messsysteme eignen sich bei Pulverbeschichtungen für fast alle in- oder halbtransparenten Schichten auf allen gängigen Substraten. Messzeiten von etwa 1 s erlauben zudem die Einbindung in den Produktionsprozess. Neue Systeme werden sogar ab Werk mit der entsprechenden Kalibrierung geliefert.



Messsysteme zur Inline-Schichtdickenkontrolle amortisieren sich oft schon nach Monaten, vor allem weil das Einhalten der optimalen Beschichtungsstärke tonnenweise Pulver im Jahr spart.

ober- oder unterhalb dieses Bereichs liegen. Typische Anwendungen gibt es viele. Klassischerweise kommen Pulverbeschichtungen sowohl bei Einzelteilen also auch bei Klein- und Großserienteilen für die Industrie und das Handwerk zum Einsatz. Die gängigsten Untergründe sind Stahl, verzinkter Stahl und Aluminium. Hauptanwendungsgebiete sind daher beispielsweise Haushaltsgeräte oder Fassadenelemente wie Fenster oder Türen.

Dabei ist es wichtig im Rahmen der Qualitätskontrolle die Schichtdicke zu kontrollieren, damit sie auch wirklich schützt und gleichzeitig ästhetischen Ansprüchen genügt. Am besten ist eine Inline-Prüfung bereits während des Produktionsprozesses, denn so lassen sich eventuelle Fehler durch Nachbessern vor dem Einbrennen im Ofen beseitigen, sodass Ausschuss gar nicht erst entsteht. Zudem spart es Heizenergie, wenn nur noch fehlerfrei beschichtete Produkte in den Ofen kommen. Dadurch lässt sich auch der Beschichtungsprozess optimieren, da es durchaus üblich ist, dass Schichten 10 bis 30 % dicker sind als eigentlich erforderlich, um auf der sicheren Seite zu sein. Eine Schichtdickenkontrolle reduziert also auch den Materialeinsatz beträchtlich. Und dünnere Schichten härten im Ofen schneller, was wiederum Energie einspart.

Messsysteme zur Inline-Schichtdickenkontrolle amortisieren sich deshalb oft schon nach Monaten, vor allem weil das Einhalten der optimalen Beschichtungsstärke viele Tonnen Pulver im Jahr spart. Ein Hersteller von Aluminiumprofilen für Fensterrahmen konnte so etwa den Pulververbrauch beim Beschichtungsvorgang um 10 % und damit um fast 30 t im Jahr reduzieren, was bei einem Pulverpreis von 5 Euro pro Kilogramm 150.000 Euro Kosten spart.

Pulverbeschichtungen bieten viele Vorteile. So sind die Oberflächen chemisch und mechanisch sehr beständig, kleine Unregelmäßigkeiten im Untergrund lassen sich gut verdecken. Bei der Verarbeitung sind keine umweltschädlichen, brennbaren oder unangenehm riechenden Lösungsmittel notwendig und es gibt keine Abwasserprobleme. Das Verfahren ist gut automatisierbar. Separate, explosionsgeschützte Lackierräume sind nicht erforderlich. Zudem ist keine Grundierung notwendig und pulverbeschichtete Oberflächen bieten auch ohne zusätzlichen Klarlack einen hohen UV-Schutz.

Meist haben die Pulverlackschichten Schichtdicken zwischen 60 und 120 µm. Abhängig von Anwendung und Oberflächenprägung kann die Schichtdicke jedoch auch deutlich



Bild: Polytec

Peter Schullerer
Vertrieb Optische
Technologien
Polytec
www.polytec.com

Mit dem fotothermischen Messverfahren hat Polytec (Control: Halle 5, Stand 5502) jetzt auch speziell für die Schichtdickenmessung bei Pulverbeschichtungen ein solches berührungsloses System im Programm. Mittels Laser und Infrarotsensoren wird die Beschichtung mit einer Wiederholgenauigkeit von typischerweise $\pm 1 \mu\text{m}$ beziehungsweise $\pm 3 \%$ vom Messwert erfasst. Die messbare Schichtdicke liegt zwischen $0,2$ und $500 \mu\text{m}$. Der Messkopf ist mit einer Kamera zur Objekterkennung, einem Laser zur Anvisierung der automatisch generierten Messstellen und einer Freiblaseinrichtung ausgestattet. Außerdem lassen sich mehrere Messköpfe kombinieren, wenn beispielsweise Schichtdicken von unterschiedlichen Seiten aus bestimmt werden sollen. Der Messung geht eine Formerkennung des Objekts voraus. Das sogenannte Detection Gate, das aus einem Lichtvorhang besteht, erkennt beispielsweise Ausparungen. Sie werden dann bei der Generierung der Messstellen berücksichtigt. Der in zwei Achsen verfahrbare Messkopf misst dann nur an Stellen, die auch beschichtet sind. Sein Arbeitsabstand liegt dabei zwischen 150 und 250 mm .



Der Messkopf mit dem Laser, einer Visualisierungskamera, dem Sensor und einer Freiblaseinrichtung ist in zwei Achsen verfahrbar und lässt sich dank der kompakten Abmessungen gut integrieren.

Bild: Polytec

ungen in der Applikation ermöglicht. Das heißt, Messzeiten, Distanz, Genauigkeit und Laserintensität lassen sich bereits ab Werk auf die Anwendung abstimmen, also zueinander ins passende Verhältnis setzen. Die Kalibrierung vor Ort ist dann schnell und einfach zu realisieren. Dank der Technologie muss auch bei einem Produktwechsel nicht alles neu kalibriert werden.

Erwärmung der Probenoberfläche durch Laser-Bestrahlung

Die grundlegende Funktionsweise ist einfach zu verstehen: Die laserbasierte fotothermische Messung beruht auf der Erwärmung einer Probenoberfläche durch Laser-Bestrahlung. Diese Erwärmung breitet sich als Diffusionsvorgang abhängig von Material und Schichtdicke aus. Der Prüfling wird dazu an definierten Punkten vom Laser angestrahlt und aus der Wärmeantwort an den Messpunkten lässt sich mit entsprechenden Algorithmen die Schichtdicke berechnen. Das funktioniert zuverlässig selbst unter industriellen Umgebungsbedingungen. Da der Anregungs-Laser nur eine geringfügige Erwärmung von wenigen Grad Celsius erzeugt, wird weder das Objekt noch die Beschichtung während der Messung beeinflusst oder gar beschädigt.

Dabei ist das Verfahren schnell. Die Messung selbst dauert weniger als 1 s . Das Inline-System ist auf Epoxid- und Polyesterlacke auf metallischen, Polymer- und Komposit-Substraten sowie auf Emaille-Beschichtungen ausgelegt. Es ist sowohl in der Lage, direkt nach dem Farbauftrag zu messen, als auch nach der Härtung beziehungsweise Trocknung. Dabei kann bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Lackierstraße und bei wechselnden Objekten gemessen werden.

Hinzu kommt, dass die Messung auf einem physikalischen Modell basiert, das eine Vorkalibrierung des Systems entsprechend den Umgebungsbedin-

Innovative Verzahnungsmesstechnik



Pure Perfection. Seit 1978.

- Messtechnik für Lauf- und Passverzahnungen
- Universelle Rotationsmessung von Wellen
- Messlehren mit Zweikugelmessfassung
- Verzahnte Höchstpräzision
- Zweiflankenwälzprüfgeräte
- Wälzscannen
- DAkkS-akkreditiertes Prüflaboratorium

Control 2023
09. - 12. Mai
Stuttgart
Halle 7 | Stand 7308



Einflankenwälzprüfung mit Geräuschmessung



www.frenco.de

pure
perfection

FRENCO

FRENCO GmbH | Verzahnungstechnik | Messtechnik | 90518 Altdorf | www.frenco.de

Kamerabasierte Inline-Qualitätskontrolle mit KI-basierter Texturprüfung

Im freien Fall

Die automatisierte Inspektion von Halbzeugen ist für Hersteller schwierig, da die Teile vielfältig sind und meist als Schüttgut vorliegen. Aufgrund der hohen Stückzahlen werden Prüfungen und Messungen oft nur stichprobenartig vorgenommen. Eine Alternative ist die kamerabasierte Prüfung im freien Fall.

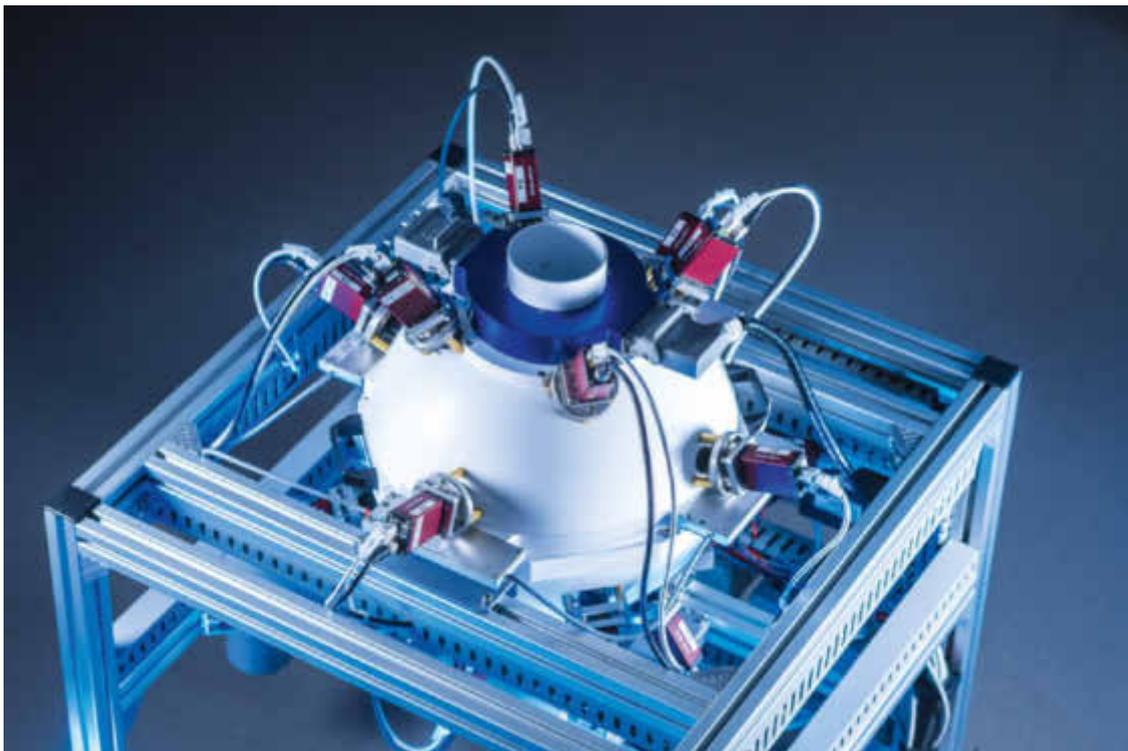


Bild: Fraunhofer IPM

Inspect-360 HR mit 16 Kameras und einer Pixelauflösung von 15 µm eignet sich besonders zur Inspektion von Kleinteilen bis 30 mm Länge. Der Durchmesser der Prüfkugel beträgt 500 mm. Die Fallhöhe ist 600 mm.

Hersteller von Halbzeugen – Umformer, Stanzer oder Spritzgießer – stehen zunehmend vor der Herausforderung, präzise gefertigte Teile mit Toleranzen von wenigen 1/100 mm ohne Oberflächenfehler zu fertigen und deren Qualität zu dokumentieren. Denn besonders bei Halbzeugen, die am Anfang jeder Wertschöpfungskette stehen, ist das Einsparpotenzial durch frühzeitiges Erkennen von Fehlern groß. Die hohe Vielfalt der meist als Schüttgut vorliegenden Teile macht eine automatisierte Inspektion jedoch äußerst herausfordernd.

Abhilfe schaffen können schnelle Prüfautomaten, die die Bauteile beispielsweise optisch und taktil auf festgelegte Merkmale hin präzise inspizieren. Hierzu werden die Bauteile vereinzelt, orientiert

und nacheinander zu Prüfstationen transportiert. Die Systeme werden dabei in der Regel auf eine Bauteilgeometrie zugeschnitten, so dass diese Lösung nur bei sehr hohen Bauteil-Stückzahlen wirtschaftlich ist.

Alternativ oder ergänzend kommen flexible Roboter zum Einsatz, die entweder die Sensorik oder das Bauteil bewegen. Der Bauteilgreifer oder die Auflagestelle des Bauteils verdecken dabei aber wenigstens eine Stelle am Bauteil. Für eine vollständige Inspektion wird das Bauteil daher nach der ersten Prüfung neu positioniert. Für einen hohen Produktionstakt im Sekundenbereich müssen mehrere Systeme parallel eingesetzt werden.

Häufig lässt sich die Qualität der Bauteile nur durch Sichtprüfer und taktile



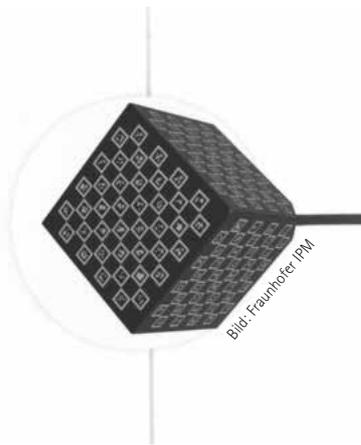
Bild: Fraunhofer IPM

Dr. Tobias Schmid-Schirling
Gruppenleiter Inline
Vision Systeme
Fraunhofer IPM
www.ipm.fraunhofer.de

Lehrenprüfung kontrollieren. Aufgrund der hohen Stückzahlen lässt sich dies oft nur stichprobenartig durchführen. Manuelle Prüfung kommt besonders dort zum Einsatz, wo eine hohe Typenvielfalt die Umsetzung einer bauteilspezifischen Prüfung unwirtschaftlich macht.

Bis zu 27 Kameras sind gleichzeitig im Einsatz

Als umfassende Lösung bietet sich die kamerabasierte Prüfung der Teile im freien Fall mit dem System Inspect-360 an, welches das Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM (Control: Halle 7, Stand 7301) entwickelt hat. Ziel des Verfahrens ist es, unterschiedlich geformte Halbzeuge schnell auf Maßhaltigkeit und Textur sowie Reinheit und Beschichtungen zu prüfen. Alle notwendigen Prüfmethoden sind in einem System vereint und alle Bilddaten werden in einem einzigen Vorgang erfasst. Die zu prüfenden Teile werden über ein Förderband einzeln in eine Hohlkugel befördert und im freien Fall mithilfe von bis zu 27 Kameras gleichzeitig und teils mehrfach aus allen Richtungen inspiziert. Sie werden dabei unter anderem diffus beleuchtet und erscheinen dadurch auch bei blanker Oberfläche oder Ölbelag ohne Schlagschatten und störende Reflexe.



Kalibrierkörper für Inspect-360 zur in- und extrinsischen Kalibrierung der Kameras: Charuco-Muster sind auf jeder Seite eines Würfels angebracht, so dass benachbarte Kameras dieselben Muster sehen und dadurch ihre Position und Orientierung zueinander bestimmt werden können.

Die Teile passieren das Messvolumen vereinzelt, aber in beliebiger Orientierung – ein spezifisches Handling ist nicht notwendig. Nach dem Passieren der Prüfkugel werden die Teile über eine Rutsche auf ein Förderband geleitet, von wo aus Fehlerteile ausgeschleust werden können.

Geeignet ist die Methode für alle Bauteile, deren Qualitätseigenschaften durch den Fall aus einer Höhe von 0,6 bis 2 m je nach Bauteilgröße auf eine weiche Unterlage nicht beeinträchtigt werden. Für die meisten als Schüttgut gehandelten Metall- und Kunststoffteile ist dies der Fall.

Um aus dem aufgenommenen Stapel an Bildern automatisch Defekte erkennen zu können, muss zunächst die Lage und die Orientierung des Teils zum Zeitpunkt der Bildaufnahme rechnerisch ermittelt werden (Posenschätzung). Zunächst werden die Kameras einmalig für das Prüfsystem über einen bekannten Körper zueinander kalibriert. Die Position und Perspektive der Kameras zueinander werden bei diesem Verfahren bestimmt. Es bieten sich dazu sogenannte Charuco-Muster an, die so angebracht werden, dass benachbarte Kameras immer dieselben Muster sehen.

Ebenfalls vor Beginn der Prüfung werden die CAD-Modelle aller zu prüfenden Teiletypen dem System einmalig bekannt gemacht. Das System berechnet zu diesem Zeitpunkt einmalig und automatisch Merkmale aus jedem CAD-Modell und hinterlegt diese zum jeweiligen Teiletypen. Die Posenschätzung selbst erfolgt für jede Messung im Sekundentakt in einem zweistufigen Verfahren aus den Bildern unter diffuser Beleuchtung. Zunächst wird die grobe Pose durch Vergleich der zuvor aus dem CAD-Modell berechneten Merkmalen und den aus den Bildern berechneten Merkmalen bis auf einige Winkelgrad genau geschätzt. Im zweiten Schritt erfolgt die Berechnung der feinen



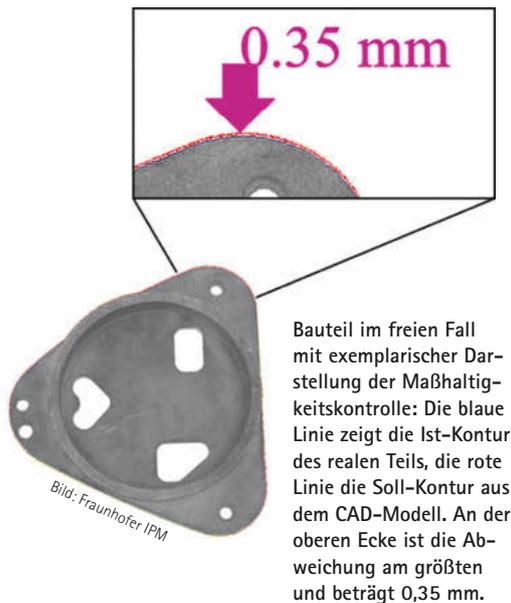
Ihr Partner für Automatisierung

Wenn es auf präzise Motion-Control ankommt



FINDEN
SIE IHRE
LÖSUNG





Pose aus dem Konturvergleich der aufgenommenen Bilder und den CAD-Daten. Dieses iterative Verfahren bestimmt die Pose auf circa 1 px genau.

Das Verfahren wurde inzwischen so weit entwickelt, dass die Pose auch für Teile mit Scheinsymmetrie, bei denen nur ein unscheinbares Merkmal die Symmetrie aufhebt, zuverlässig erkannt werden kann. Durch diese rein rechnerische Posenschätzung kann erstens auf eine orientierte Zuführung der Bauteile verzichtet werden. Und zweitens ist das Freifall-Verfahren hierdurch automatisch typunabhängig, da lediglich das CAD-Modell als erwartete Geometrie bekannt gemacht werden muss.

System erkennt Defekte größer als 30 Mikrometer

Im Anschluss an die Posenschätzung wird das Teil auf Maßhaltigkeit geprüft. Hierzu gibt es zwei Optionen: Erstens kann mittels globalem Schwellwert festgelegt werden, wie groß die maximal zulässige Konturabweichung zum CAD-Modell eines Teils sein darf. Zweitens können pro Teiletyp zwei zusätzliche CAD-Modelle verwendet werden, die die oberen und unteren Grenzen der Toleranz lokal festlegen. Hierdurch können Bereiche mit engen und weiten Toleranzen auf dem Teil berücksichtigt werden. Eine Prüfung auf bis zu 30 µm ist hierdurch möglich.

Die Textur der Teile wird mittels KI-basierter Anomaliedetektion geprüft. Auffälligkeiten auf der Oberfläche können damit schnell erkannt werden, was für viele Anwendungen bereits einen großen Nutzen darstellt. Für das Training des neuronalen Netzes werden nur Gut-Teile benötigt, so dass ein umfangreiches Suchen von Fehlerteilen im Vorfeld entfallen kann. Mit dem Verfahren werden beispielsweise Kratzer, Risse und tiefe Schlagstellen erkannt. Eine nachgelagerte Klassifikation der Defekte ist mittels zusätzlicher Bildverarbeitung möglich. Die Auswertung erfolgt ebenfalls im Sekundentakt, so dass fehlerbehaftete Teile direkt aussortiert werden können.

Neben der diffusen Beleuchtung können weitere Beleuchtungsarten eingesetzt werden, um mögliche Defekte sichtbar zu machen. Durch den Einsatz einer zusätzlichen UV-Beleuchtung werden organische Substanzen auf der Oberfläche zur Fluoreszenz angeregt. Dadurch können zusätzlich Beschichtung und Reinheit auf der Bauteiloberfläche quantitativ geprüft werden. Aber auch Mikrorisse, die nicht mit dem Auge sichtbar sind, können durch die UV-Beleuchtung detektiert werden, wenn ein fluoreszierendes Flux- oder Penetranzmaterial aufgebracht wurde. In der Kombination mit den erfassten geometrischen Merkmalen ist es so möglich, die Defekterkennung zu automatisieren und die Defekte von Pseudoanzeigen zuverlässig zu unterscheiden.

Auswertungen erfolgen in rund einer Sekunde

Aufgrund der Verarbeitung von reinen 2D-Daten lässt sich die Auswertung auf einem einzelnen Rechner in circa 1 s realisieren. In sehr aufwändigen Einzelfällen, wenn beispielsweise mit jeder Kamera mehrere Bilder erzeugt werden, kann die Auswertung auch mehr als fünf Sekunden dauern. Für höhere Taktraten wird Inspect-360 so konfiguriert, dass mehrere Prüfaufträge parallel auf unterschiedlichen PCs bearbeitet werden, so dass das System produktionsbegleitend bis 5 Hz eingesetzt werden kann.

Die optische Auflösung reicht je nach Systemausführung von 15 µm bis 200 µm. Da bei dieser Auflösung die Schärfen-

tiefe begrenzt ist, muss das Bauteil immer mittig durch die Kugel fallen. Hierzu ist direkt am Einlass über der Prüfkugel eine Klappe montiert, die das Bauteil zentriert und in einen senkrechten Fall überführt. Die Größe der prüfbaren Teile reicht von wenigen Millimetern bis zu circa 250 mm. Für noch größere Bauteile entwickelt Fraunhofer IPM Inspektionstunnel, durch welche die Bauteile auf einem Förderband transportiert werden. Zur Bildauswertung werden ebenfalls die oben dargestellten Methoden eingesetzt.

Es können komplexe Teile wie filigrane Steckerkomponenten oder Gussteile mit ausgefallener Struktur geprüft werden. Abgesehen von Objekten mit spiegelnden oder transparenten Oberflächen lassen sich alle Materialien prüfen. Für unterschiedliche Teile reicht ein einziges Inspect-360 System aus, die Hardware muss nicht angepasst werden. Die Software benötigt das jeweils zugehörige CAD-Modell, damit die Pose rechnerisch ermittelt werden kann und Defekte erkannt werden können.

Teile lassen sich inline bei der Produktion prüfen und fehlerhafte Teile im Sekundentakt aussortieren, wodurch ein direktes Eingreifen oder eine Rückkopplung in den Prozess möglich wird. Ein weiteres Anwendungsbeispiel ist die Überwachung der Einricht- und Warmlaufphase eines Prozesses. Dadurch kann die Produktionseffizienz gesteigert werden, da sich diese Phasen deutlich verkürzen lassen und Ausschuss reduziert wird.



Webhinweis

Wie die 100-Prozent-Qualitätsprüfung von Halbzeugen im freien Fall funktioniert, zeigt das Fraunhofer IPM auch in diesem Video:



<http://hier.pro/G04IB>

Wärmebildkameras in der Lebensmittelindustrie

Pizza und Co. mit Infrarotstrahlen im Blick

In der Lebensmittelindustrie muss die Temperatur leicht verderblicher Waren während des gesamten Produktions-, Transport-, Lager- und Verkaufsprozesses sorgfältig und automatisiert kontrolliert werden. Wärmebildkameras kommen bei verschiedenen Anwendungen zum Einsatz.

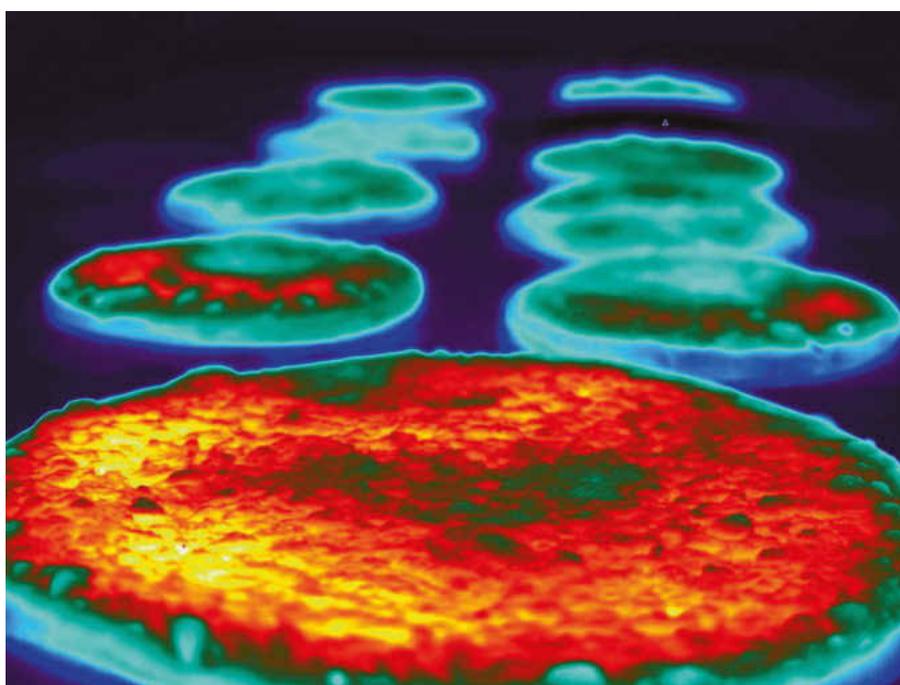


Bild: Flir

Die Wärmebildkameras funktionieren als intelligente und berührungslose Sensoren für eingehende Inspektionen und messen die Temperatur von Maschinen, gekühlten Produkten und gekochten Lebensmitteln am Ende des Kochvorgangs.

tungen und zur Verbesserung der Effizienz in anderen Lebensmittelverarbeitungsverfahren eingesetzt werden. Die Wärmebildkameras von Flir sind außerdem mit Firmware und Kommunikationsschnittstellen ausgestattet, wodurch sie für die automatische Prozesskontrolle geeignet sind. Dank der Software eines Drittanbieters lassen sich diese Tools einfach in automatische Bildgebungssysteme integrieren, ohne dass aufwendige kundenspezifische Kontrollcodes erforderlich wären.

Wärmebildkameras werden in der Lebensmittelverarbeitung zunehmend für verschiedene Anwendungen verwendet, darunter Ofenprodukte, in der Mikrowelle

Wiederholte Warnungen vor Krankheiten durch verdorbene oder unsachgemäß zubereitete Lebensmittel unterstreichen die Notwendigkeit einer strengeren Prozesskontrolle in der Lebensmittelindustrie. Da hierbei immer Menschen beteiligt sind, benötigen Nahrungsmittelverarbeiter Tools, die entscheidende Prozesse so automatisieren, dass sie das Risiko menschlicher Fehler und gleichzeitig die Kosten reduzieren. Wärmebildkameras sind solche Tools. Mit Wärmebildkameras von Flir können Anwender automatische und berührungslose Temperaturmessungen in vielen Lebensmittelverarbeitungsanwendungen durchführen. Die analogen Videoausgänge können auf Videobildschirmen angezeigt

werden und die digitalen Temperaturdaten – einschließlich MPEG4-Videoausgängen – können über Ethernet an einen Computer gesendet werden.

Die Hauptelemente von berührungslosen Temperaturmessungen in der Lebensmittelverarbeitungsindustrie sind eine Wärmebildkamera und die dazugehörige Software. Die Kameras funktionieren als intelligente und berührungslose Sensoren für eingehende Inspektionen und messen die Temperatur von Maschinen, gekühlten Produkten und gekochten Lebensmitteln am Ende des Kochvorgangs. Wärmebildkameras sind benutzerfreundlich, kompakt und können bei Bedarf praktisch überall angebracht werden. Sie können auch zur Prüfung von Verpackungsdich-

 A circular portrait of Joachim Templin, a man with glasses and a dark suit, set against a light background. The portrait is framed by a teal-colored border.

Joachim Templin
Sales Manager R&D
Teledyne Flir
www.flir.de

Bild: Teledyne Flir



Wärmebildkameras überwachen hier die Reinigung von Bierfässern aus Metall mit einer heißen Spülflüssigkeit.

gekochtes Fleisch, Mikrowellentrocknung von angekochtem Reis und sonstigem Getreide, Prüfung der richtigen Temperatur in Öfen, richtiges Abfüllen von gefrorenen Lebensmitteln in Verpackungsfächer, Prüfung von Cellophandichtungen an Mikrowellengerichten, Untersuchung von Laschenklebstoff an Faltpapieren sowie bei der Überwachung von Kühl- und Tiefkühlfächern.

Qualität und Sicherheit gekochter Fleischprodukte

Wärmebildtechnik ist das gängigste und wichtigste Tool zur Qualitätssicherung. Die Technologie eignet sich sehr gut zur Kontrolle der Qualität und Sicherheit von gekochten Fleischprodukten. Eine festinstallierte Wärmebildkamera kann beispielsweise die Temperatur von Hähnchenstreifen messen, wenn diese einen Durchlaufofen verlassen. So soll gewährleistet werden, dass das Fleisch zwar gar, aber nicht überkocht und trocken ist. Ein geringerer Feuchtegehalt zieht auch einen Ertragsverlust in Bezug auf das Gewicht nach sich. Wärmebildkameras können auch zur Inspektion von Vorbereitungsstationen mit Mikrowellen eingesetzt werden. Neben einer Verbesserung der Produktqualität und -sicherheit kann so der Gesamtdurchsatz erhöht werden. Die geringeren Energiekosten sind ein weiterer Vorteil.

Neben der Prüfung von gekochten Lebensmitteln können Wärmebildkameras auch zur Überwachung von Durchlauf-

öfen eingesetzt werden. Sie können sogar Teil einer Feedbackschleife zur Kontrolle der Ofentemperatur sein. Ein weiteres Anwendungsgebiet von Wärmebildkameras für Durchlauföfen ist die Überwachung einer einheitlichen Temperatur auf der gesamten Breite des Ofenlaufbands. Wenn ein Heizelement in einem Elektrofen defekt ist oder die Hitze in einem Konvektomat unregelmäßig verteilt ist, könnte eine Seite des Produkts eine geringere Temperatur aufweisen als die andere. Diese Qualitätsprüfungen sind mit herkömmlichen Berührungstemperatursensoren deutlich schwieriger. Somit tragen Wärmebildkameras zur Beseitigung von Abweichungen und zur Verbesserung der Qualität bei, bevor größere Produktmengen entsorgt werden müssen.

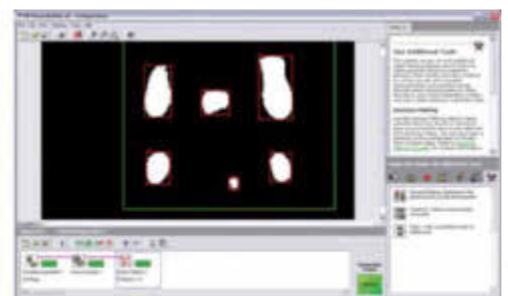
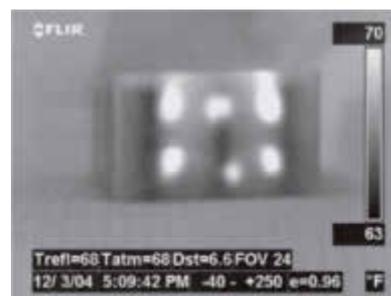
Eine damit verbundene Anwendung ist die automatische eingehende Inspektion von wärmedichten Cellophanabdeckungen bei Mikrowellengerichten. Eine Wärm-

mebildkamera erkennt die Wärmestrahlung, die von einer undichten Cellophan-Wärmedichtung ausgeht. Durch die Auswertung des Wärmebilds mit einer Bildgebungssoftware kann die Temperatur am gesamten Umfang der Verpackung überprüft werden. Diese Art von Programm gleicht das geometrische Muster im Bild und seine Temperaturen mit den Temperaturen in einem gespeicherten Muster ab. Eine Zusatzfunktion in einem solchen System wäre die Lasermarkierung einer undichten Verpackung, sodass diese nach der Inspektion aussortiert werden kann.

Kameras haben Heißkleber voll im Blick

Die Unversehrtheit von Kartons für Lebensmittelverpackungen wirkt sich indirekt auf die Produktsicherheit aus. Zu den preisgünstigsten Methoden, Verpackungskartons zu verschließen, gehört das Auftragen von Heißkleber auf die Kartonlaschen. In der Vergangenheit wurde die Unversehrtheit von Klebeverbindungen ermittelt, indem mehrere Proben aufgerissen wurden. Dieses Verfahren war zeitaufwendig und kostspielig. Da der Kleber heiß aufgetragen wird, kann eine Wärmebildkamera diese Wärme durch den Karton hindurch sehen und das Muster und die Menge des aufgetragenen Klebstoffs prüfen. Die Kamera kann so eingestellt werden, dass sie vordefinierte Bereiche der Laschen überprüft, an denen Klebstoff aufgetragen werden sollte. So erkennt sie die aufgetragene Menge und die Temperatur des Klebstoffs.

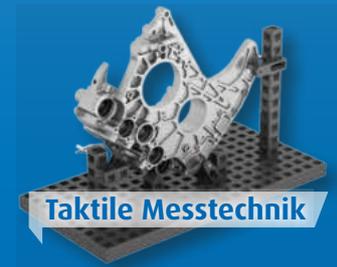
Anhand der digitalen Daten wird entschieden, ob eine Verpackung den Test



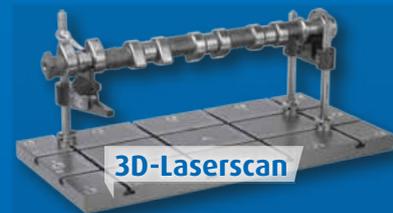
Die Kamera lässt sich so einstellen, dass sie festgelegte Bereiche der Laschen untersucht, an denen sich Kleber befinden sollte, und die Punktgrößen sowie ihre Temperaturen überprüft (links). Die Daten werden automatisch im QS-System für eine Trendanalyse gespeichert. Wenn zu viele Kartons als Schlechtprodukte auffallen, generiert das System eine Warnung (rechts).



Optische Messtechnik



Taktile Messtechnik



3D-Laserscan



Oberfläche + Kontur



Computertomographie



Machine Vision



Bild: Fir

Die Automationswärmebildkameras A50 beziehungsweise A70 lassen sich dank GigE Vision und Genicam schnell und einfach in existierende Inspektionssysteme integrieren.

bestanden hat oder nicht. Fehlerhafte Verpackungen werden auf diese Weise umgehend aus der Fertigungslinie entfernt. Die Daten werden zur Trendanalyse automatisch in das Qualitätssicherungssystem eingetragen, sodass eine Warnung ausgegeben werden kann, wenn zu viele Verpackungen den Test nicht bestehen.

Die derzeit für Wärmebildkameras verfügbare Anwendungssoftware umfasst eine Vielzahl von Funktionen, die für die automatische Lebensmittelverarbeitung geeignet sind. Die Software ergänzt in Wärmebildkameras integrierte Firmware und arbeitet mit dieser zusammen. Die Bildgebungswerkzeuge und -bibliotheken in diesen Paketen sind von der Hardware und Sprache unabhängig. Dadurch können Lebensmitteltechniker Wärmeüberwachungs- und Kontrollsysteme schnell in die Prozesse integrieren.

Funktionen für Bereichs- und Spotmessungen

Die Wärmebildkameras selbst bieten unterschiedliche Betriebsmodi zur richtigen Temperaturmessung unter verschiedenen Bedingungen. Zu den typischen Funktionen dieser Kameras gehören ein Spotmesser und Bereichsmessungen. Der Spotmesser ermittelt die Temperatur für einen bestimmten Punkt. Die Bereichsfunktion isoliert einen ausgewählten Bereich eines Gegenstands oder einer Anordnung und misst in der Regel die höchste, niedrigste und durchschnittliche Temperatur in diesem Bereich. Üblicherweise kann der Benutzer den Temperaturmessbereich auswählen. Zusätzlich zur Auswahl des Temperaturmessbereichs kann der Benutzer bei den meisten Kameras eine Farbskala

oder Grauskala für das optimale Kamerabild festlegen.

Die Bereichsfunktion wird meist für Durchlauföfen verwendet, da gekochte Lebensmittel häufig unregelmäßig auf dem Laufband angeordnet sind. Die Kamera kann so programmiert werden, dass sie die maximale und minimale Temperatur im definierten Bereich erfasst. Wenn ein gemessener Temperaturwert die benutzerdefinierten Grenzwerte über- oder unterschreitet, löst ein auf einem PC oder einer SPS laufendes Anwendungsprogramm sofort einen Alarm aus. So wird der Bediener darauf hingewiesen, das Wärmebild auf einem Videobildschirm oder einem PC zu überprüfen, damit er das fehlerhafte Produkt finden und/oder die Ofentemperatur anpassen kann.

Bei einer lokalen Überwachung können die digitalen Ein- und Ausgänge der Kamera zur direkten Auslösung eines Alarms ohne zusätzliche Software verwendet werden. Die Lebensmittelverarbeitung profitiert jedoch häufig von übergeordneten Analysefunktionen, die in Softwares von Drittherstellern auf PCs verfügbar sind. Für diese sofort einsatzbereite Lösung ist kein Anwendungsquellcode erforderlich. Da diese Software die gängigen Schnittstellenstandards für Bildgebungsanwendungen – zum Beispiel GigE Vision und Genicam aufweist, unterstützt sie zahlreiche Funktionen. Ein vereinfachtes Balkendiagramm der Bandüberwachung wird angezeigt. Eine einzelne Wärmebildkamera kann mehrere Aufgaben erfüllen oder zur Erfassung anderer Eigenschaften – wie zum Beispiel der Farbe – mit einer Tageslichtkamera kombiniert werden.

Überarbeitung der VDI/VDE/VDMA 2632

Fit für Machine Learning

Die Richtlinienreihe VDI/VDE/VDMA 2632 unterstützt bei der Umsetzung von Bildverarbeitungsprojekten. Blatt 1 gibt es nun in einer neuen Ausgabe, die weiteren Blätter werden folgen. So sollen die Empfehlungen vor allem an die Anforderungen durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz angepasst werden.

» Markus Strehlitz

Unternehmen setzen zunehmend auf Bildverarbeitung – unter anderem in der Qualitätssicherung.



Bild: xiaoliangge/stock.adobe.com

Der Einsatz von Bildverarbeitung in der Industrie ist in den vergangenen Jahren deutlich angewachsen. Unternehmen setzen zunehmend auf diese Technologien – unter anderem in der Qualitätssicherung. Durch die Nutzung von Machine Learning hat sich deren Leistungsfähigkeit zudem erhöht, was die Verbreitung weiter vorantreibt.

Eine wichtige Basis für den Einsatz der Bildverarbeitungstechnologien ist die Richtlinienreihe VDI/VDE/VDMA 2632. Diese hat das Ziel, Anwender und Lösungsanbieter in der erfolgreichen Umsetzung der Projekte zu unterstützen. Nun ist eine neue Ausgabe von Blatt 1 veröffentlicht worden.

Das Blatt führt in Grundlagen und Begriffe für die Nutzung der industriellen Bildverarbeitung ein. Denn ein wesentlicher Faktor für den Erfolg eines Projektes

ist, das sowohl Anwender als auch Anbieter von den gleichen Dingen sprechen. Missverständnisse durch unscharfe Begriffe und Unklarheiten erhöhen den Aufwand oder können ein Projekt sogar scheitern lassen.

„Blatt 1 legt die terminologische Grundlage für die anderen Blätter“, erklärt Michael Heizmann, Professor am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und Vorsitzender des zuständigen Fachausschusses. An diesem seien nun umfangreiche Anpassungen durchgeführt worden. Als Beispiel nennt er die sorgfältigere Definition von statistischen Begriffen. „In der Richtlinie wird nun deutlicher getrennt zwischen den Begriffen ‚Wahrscheinlichkeit‘ und ‚Rate‘.“

Eine besonders große Rolle in der Überarbeitung des Blattes 1 und der folgenden Blätter spielt Machi-

ne Learning. Denn durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) – insbesondere maschinellem Lernen – in der industriellen Bildverarbeitung gelte es, eine ganz neue Klasse von Bildverarbeitungssystemen in den Richtlinien zu berücksichtigen, so Heizmann. In der neuen Ausgabe von Blatt 1 seien daher nun Grundlagen für die Berücksichtigung von machine-learning-basierten Bildverarbeitungssystemen gelegt worden.

Besonderer Knackpunkt: die Datenmenge

Die großen Veränderungen, welche die Nutzung von KI in der industriellen Bildverarbeitung bringt, werden sich aber vor allem in den Blättern 2, 3 und 3.1 zeigen, die in den kommenden Jahren überarbeitet werden sollen. So unterstützt Blatt 2 Anwender und Anbieter bei Erstellung von Lasten- sowie Pflichtenheften. Und dabei wird deutlich, dass Projekte mit KI-Technologien ganz spezielle Anforderungen haben. „Wenn ein Nutzer zum Beispiel in sein Lastenheft hineinschreibt, dass er bei der Fehlklassifikationsrate eine statistische Sicherheit von eins zu fünf Millionen braucht, dann wird er bei Machine-Learning-Systemen ein Problem bekommen“, sagt Heizmann. Bei diesen Technologien seien solche konkreten Angaben nur schwer vorstellbar.

Ein besonderer Knackpunkt ist außerdem die Datenmenge. Es sei ja ein durchaus erfreulicher Aspekt, dass es in der industriellen Produktion nur wenig Ausschuss gebe, so Heizmann. Für den Einsatz von KI-Systemen stellt das aber ein Problem dar. Denn je mehr Daten diese zur Verfügung haben, umso besser werden sie. Wenn es aber nur wenige Fehlerbilder gibt, dann wird es schwierig, diese Systeme zu trainieren.

Dafür gibt es zwar Lösungen. „Zum Beispiel kann man zusätzliche Daten synthetisch erzeugen, indem man Defekte in Bilder von eigentlichen fehlerfreien Teilen einfügt“, erklärt Heizmann. Doch um zu wissen, welche Daten verfügbar sind und wie zusätzliche generiert werden können, dafür benötigt man Domänenwissen. Über dieses verfügt aber üblicherweise das Anwenderunternehmen und nicht der Anbieter der Bildverarbeitungslösung. Solche Anforderungen müssen daher in das Pflichtenheft aufgenommen werden.

Die besonderen Anforderungen durch die KI müssen auch in Blatt 3 und 3.1 der Richtlinienreihe VDI/VDE/VDMA 2632 abgebildet werden. Blatt 3 gibt wichtige Tipps für die Abnahme von Bildverarbeitungssystemen. Blatt 3.1 stellt Methoden zur Prüfung der Klassifikationsleistung bei entsprechenden Systemen vor.



Bild: Privat

Der Einsatz von maschinellem Lernen führe zu einer ganz neuen Klasse von Bildverarbeitungssystemen, so Michael Heizmann.

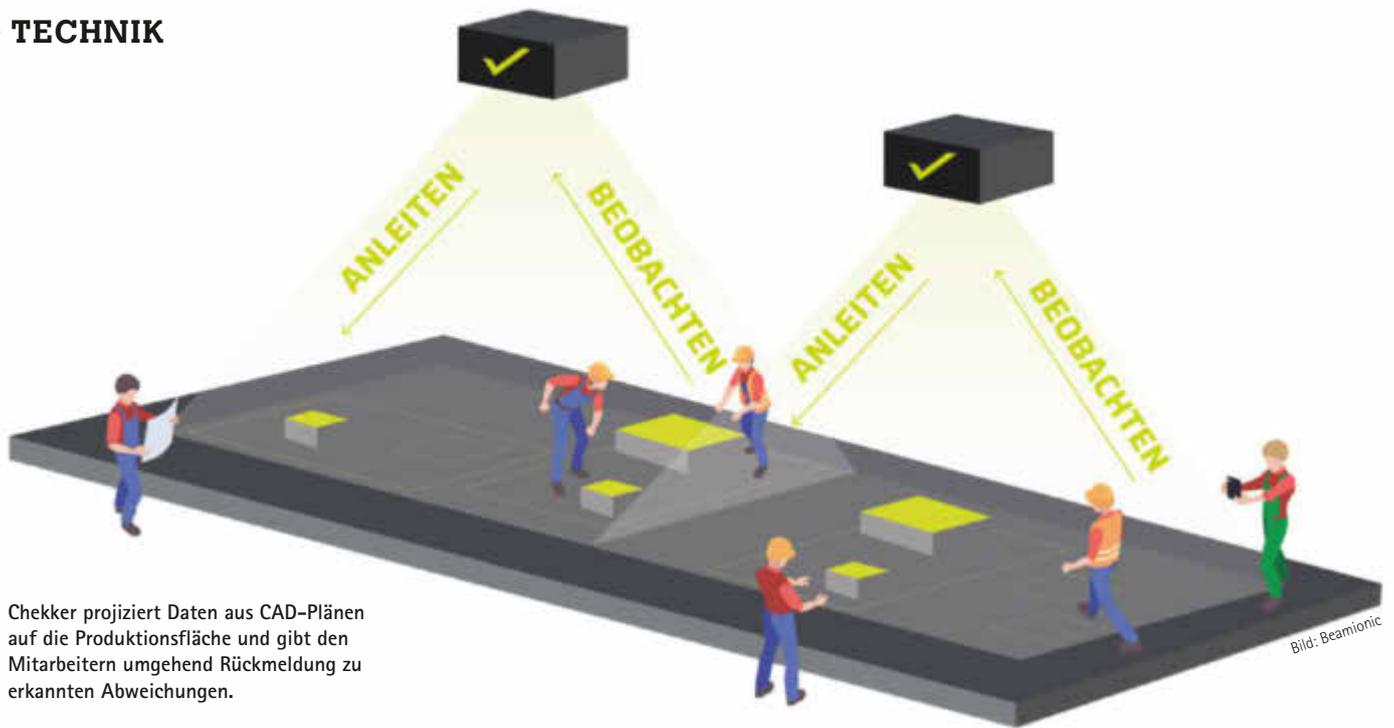
Die Herausforderung bestehe hier darin, „dass Systeme, die auf Basis von Machine Learning arbeiten, in der Regel Black-Box-Systeme sind“, so Heizmann. „Im Gegensatz zu herkömmlichen Bildverarbeitungslösungen lassen sich bei KI-Technologien keine Zwischenergebnisse der Bildverarbeitung – zum Beispiel Merkmale – bewerten. Man gibt das Bild in ein neuronales Netz und erhält das Ergebnis, dass das Bauteil entweder gut oder schlecht ist“. Wie das neuronale Netz zu seinem Resultat kommt, lasse sich aber nur schwer nachvollziehen. Diesem Umstand sollen daher die Empfehlungen in den neuen Ausgaben von Blatt 3 und Blatt 3.1 gerecht werden.

Grundsätzlich sieht Heizmann ein großes Potenzial, das Machine Learning der industriellen Bildverarbeitung eröffne. „Darin sind wir uns im Fachausschuss einig“, so der Experte. „Wir wollen mit unserer Arbeit an der Richtlinienreihe jetzt die Voraussetzungen schaffen, dass solche Systeme auch erfolgreich eingesetzt werden.“

i

Basis für die Bildverarbeitung

VDI/VDE/VDMA 2632 Blatt 1 beschreibt Grundlagen und definiert Begriffe, die für den Einsatz von Bildverarbeitungssystemen benötigt werden. Die Richtlinie regelt eine einheitliche Ausdrucksweise auch im überbetrieblichen Umfeld. Dazu wurden auch bewusst bereits im Markt gebräuchliche Begrifflichkeiten aufgenommen. Damit ist diese Richtlinie die Grundlage für alle anderen Blätter der Richtlinienreihe VDI/VDE/VDMA 2632.



Chekker projiziert Daten aus CAD-Plänen auf die Produktionsfläche und gibt den Mitarbeitern umgehend Rückmeldung zu erkannten Abweichungen.

Bild: Beamionic

Digitale Unterstützung für die Herstellung von Betonfertigteilen

Kameras sorgen für solide Mauern

Für die Bildverarbeitung gibt es eine Fülle von Einsatzfeldern. Dazu zählt auch die Betonfertigteilebranche. Integriert in das System Chekker von Beamionic, ermöglicht die Technologie, die Qualitätskontrolle der produzierten Teile automatisch, schnell und zuverlässig durchzuführen.

Wie in den meisten Branchen herrscht auch im Bereich der Herstellung von Betonfertigteilen für Gebäude großer Fachkräftemangel sowie ein erheblicher Qualitäts- und Kostendruck. Zudem nimmt die Komplexität von Betonfertigteilen immer weiter zu, was die Unternehmen in diesem Umfeld vor anspruchsvolle Herausforderungen stellt. Digitale Hilfsmittel oder Lösungsansätze können hier Abhilfe schaffen, müssen aber besondere Voraussetzungen erfüllen: Verfügbare Plandaten aus CAD-Systemen müssen für die Mitarbeiter in Fertigteilerwerken einfach und leicht verständlich interpretierbar sein.

Das österreichische Unternehmen Beamionic hat dafür das System Chekker entwickelt. „Erstmals erhalten Werker damit eine digitale Lösung zur Unterstützung bei handwerklichen, komplexen Tätigkeiten in einem Betonfertigteilerwerk“, erläutert Hubert Fritschi, einer der Geschäftsführer des Unternehmens. „Das System besteht aus Hardwarekomponenten wie einem Hochleistungsprojektor, Industriekameras, diverser Sensorik und einem Industrie-

PC. In Symbiose mit dieser Hardware sorgt eine spezielle Software dafür, dass alle erforderlichen Funktionalitäten ausgeführt werden.“

Informationen werden Schritt für Schritt bereit gestellt

Eine der Hauptfunktionen des Systems besteht darin, Daten aus den CAD-Plänen wie beispielsweise Angaben zur Bewehrung im Maßstab 1:1 auf die Produktionsfläche zu projizieren. Dabei werden die Planinhalte so zur Verfügung gestellt, dass die Werker nur diejenigen Informationen erhalten, die für die entsprechenden Arbeitsschritte gerade benötigt werden. „Diese Vorgehensweise ermöglicht es den Mitarbeitern, planbasierte Tätigkeiten auf einfache und sichere Weise Schritt für Schritt auszuführen“, so Fritschi.

Ob die durchgeführten Arbeitsschritte zur Herstellung der Betonfertigteile richtig und plangemäß erfolgt sind, überprüft das System mit Hilfe von zwei Industriekameras, die in den Chekker-Systemen integriert sind. Sie nehmen fortlaufend Bilder der Produktionsfläche auf, die anschließend von einer spe-



Peter Stiefenhöfer
im Auftrag von
Rauscher
www.rauscher.de

ziellen Bildverarbeitungssoftware ausgewertet werden. Erkennt das System dabei Abweichungen von den vorgegebenen Plänen, so werden die Mitarbeiter umgehend über ein visuelles Signal darauf hingewiesen und können den fehlerhaften Arbeitsschritt korrigieren. Erst wenn die entsprechenden Korrekturen gemäß den Plänen umgesetzt sind, erfolgt die Freigabe für den nächsten Produktionsschritt. Klarer Vorteil dieser Vorgehensweise: Sämtliche Abweichungen werden den Werkern direkt rückgemeldet und können sofort in Ordnung gebracht werden, fehlerhafte Betonfertigteile lassen sich somit ausschließen.

Als Partner für die im System eingesetzten Bildverarbeitungs-komponenten entschied sich Beamionic für Rauscher. „Mit ihrer produktiven und lösungsorientierten Vorgehensweise haben uns die Spezialisten von Rauscher insbesondere bei der Auswahl der geeigneten Kameras und der passenden Objektive sehr schnell und kompetent geholfen und alle bildverarbeitungs-basierten Fragen des Projekts beantwortet“, berichtet Dr. Bernhard Reitinger, technischer Geschäftsführer von Beamionic.

Kernkomponenten der Beamionic-Entwicklung sind zwei Ace2-Farbkameras von Basler, die mit ihren Sony-Sensoren der neuesten Pregius-S-Generation mit 16 Megapixeln Auflösung und darauf abgestimmten Basler-Objektiven für die Aufnahme qualitativ hochwertiger Bilder sorgen. Für die Bildakquise kommt mit der Software Pylon zudem ein weiteres Basler-Produkt zum Einsatz. „Für diese Anwendung waren Kameras mit mehr als 12 Megapixel Auflösung erforderlich“, erinnert sich Rauscher-Sales-Manager Andreas Huber. „Wir hatten zunächst diverse andere Kameras getestet, uns dann aber aufgrund des neueren Sensors und der höheren Auflösung für diese Ace2-Modelle entschieden, die in Kombination mit den geeigneten Objektiven die gewünschten Ergebnisse lieferten.“

Industriekameras vom Typ Ace2 von Basler sorgen für die Datenbasis zur Qualitätskontrolle der einzelnen Prozessschritte.



Bild: Basler

hergehenden Möglichkeiten machen manuelle Arbeitsplätze in einem Betonfertigteilewerk effizienter und die zunehmende Komplexität mit vorhandenem Personal beherrschbar.“

Die Bildverarbeitungstechnologie von Rauscher habe wesentlichen Anteil daran, die Qualitätskontrolle der Betonfertigteile automatisch, schnell und zuverlässig durchzuführen und der Branche so zu mehr Effizienz zu verhelfen. „Papierpläne an den Arbeitsplätzen gehören damit der Vergangenheit an“, so Fritschi. Ausgewählte Kunden in Deutschland, Österreich, Benelux und Italien setzen das System, das in diesem Jahr offiziell in den Markt eingeführt werden soll, laut Fritschi bereits erfolgreich ein.

Digitaler Zwilling macht Komplexität beherrschbar

Aufgrund seiner Funktionen und der integrierten Bildverarbeitung ermöglicht der Checker eine zuverlässige und wirtschaftliche Qualitätsprüfung von produzierten Betonfertigteilen. Da diese Produkte als digitaler Zwilling vorliegen, können sie im Rahmen des gesamten BIM-Lebenszyklus zudem sehr einfach dem Datenmodell von Gesamtgebäuden hinzugefügt werden. „Das so genannte Building Information Modeling oder auf Deutsch die Gebäudedatenmodellierung ist ein Planungs- und Steuerungskonzept, durch das der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden mit virtuellen, digitalen Gebäudeinformationen abgewickelt werden kann“, erklärt Fritschi. „Die damit ein-

Digitalmikroskop 3D-Sicht ohne 3D-Brille



Um den Nachteilen herkömmlicher Mikroskope entgegen zu wirken, hat 3D-Global das Digitalmikroskop Scalereo entwickelt, das reale Objekte dreidimensional auf einem Bildschirm visualisiert, ohne das Hilfsmittel wie Polarisationsbrillen benötigt werden. Bei dieser Technologie mit zwei getrennten Strahlengängen für rechtes und linkes Auge wird das Objekt mit einer High-Tech-Kamera erfasst und in Echtzeit auf einem hochauflösenden 3D-Bildschirm dargestellt. Das Digitalmikroskop bietet den Anwendern so eine „natürliche“ 3D-Sicht mit einfacher Wahrnehmung von Entfernung

und Raumtiefe: Es ermöglicht ergonomisches Mikroskopieren am brillenfreien (autostereoskopischen) 3D-Bildschirm für hochpräzise Arbeiten in allen Sektoren der Industrie.

Die dreidimensionale Sicht auf 3D-Global-Bildschirme ohne störende Hilfsmittel hilft Anwendern, den hohen Qualitätsanspruch ihrer Arbeitsergebnisse zu sichern und zu optimieren: Die Tiefe des Objekts wird sichtbar. Der Anwender erhält ein besseres Gefühl für Abstände zwischen den Objekten, Höhenunterschiede der Struktur, Oberflächen, Lage, Dimensionen und Formen.

Steuerungsplattform Bewegung präzise steuern

Aerotech hat seiner Bewegungssteuerungsplattform Automation1 im Release 2.4 neue Features spendiert. Durch die API-Unterstützung stehen nun auch alle Python-Hilfsdateien zur Verfügung. Bei Fragen zur Python-Schnittstelle kann jederzeit darauf zurückgegriffen werden. Auch das Maschinen-Setup, die Datenvisualisierung und das Homing-Hilfsmodule wurden verbessert. Außerdem wurde das

Up- und Downloaden von MCD-Dateien (mit MiniCAD-Design-Files) vereinfacht. Zudem unterstützt die Software jetzt den Gantry-Mode für XI4- und iXI4-Antriebe mit Absolut-Encodern sowie einen Gerätekatalog und Maschinen-Setup für lineare Gantries. Auch 3-Achsen-PSO mit dem GL4-Modul mit IFOV (Infinite Field of View) und Biss-Absolut-Encoder werden jetzt unterstützt. Automation1 kommt an

dem zweiachsigen, direkt angetriebenen, mechanisch gelagerten Lineartisch Planar-DL zum Einsatz.



Innenmessschraube Für breiten Messbereich geeignet



Die neue digitale Innen-Messschraube 0826 von Feinmess Suhl deckt einen Anwendungsbereich von 100 bis 5000 mm (Umschaltung auf Zoll möglich) ab. Aufgrund der verschiedenen anschraubbaren Verlängerungselemente in Endmaß-Qualität ist sie für einen breiten Messbereich nutzbar.

Die nichtdrehende Schiebepindel der Messschraube garantiert eine hohe Genauigkeit, ihre Fehlergrenze entspricht DIN 863. Weitere Vorteile sind eine Schnittstelle zur digitalen Datenübertragung, die Eingabe und Speicherung von Voreinstellwerten

sowie eine Funktion zum Halten von Messwerten. Darüber hinaus lassen sich Toleranzwerte eingeben sowie Minimal- oder Maximalwerte speichern.

Die zusammensetzbare Innenmessschraube hat einen Messflächendurchmesser von 8 mm und die Spindelsteigung beträgt 2 mm. Sie bietet eine Auflösung von 0,005 mm und einen Messbereich von 30 mm. Die Feder ermöglicht eine konstante Messkraft von 7 N. Die Ergebnisse können über ein LCD-Display mit einer Ziffernhöhe von 12 mm abgelesen werden. Sonderausführungen sind auf Anfrage erhältlich.

Qualitätsmanagement

Software nutzt Machine Learning

Software-Anbieter Consense integriert künstliche Intelligenz (KI) in seine Softwarelösungen für Qualitätsmanagement- und Integrierte Managementsysteme. Das Technologieunternehmen nutzt maschinelles Lernen und KI, um Arbeitsschritte im Qualitätsmanagement teilautomatisiert, intelligent und effizient zu vereinfachen. Aktuell unterstützt die KI-Integration bereits mit verschiedenen intelligenten Features die Bereiche Prozessmodellierung, Dokumentation und E-Learning. Vor allem zeitaufwändige Aufgaben wie

die Erstellung von QM-Dokumentation und weiteren Inhalten für das QM-System, aber auch von Prozessmodellierungen bis hin zu Online-Tutorials, Unterweisungen oder Anleitungen kann die KI übernehmen. Dadurch lassen sich Effizienz und Produktivität deutlich steigern und die Interaktion zwischen verschiedenen Anwendungen optimieren. Das maschinelle Lernen sorgt zudem für eine automatische Anpassung der Ergebnisse an die Bedürfnisse und Anforderungen der Nutzer.



Bild: Consense

Künstliche Intelligenz

Prüfautomat erkennt kleinste Defekte

Die neue Version des optischen Prüfautomaten KVC 821 von Kistler minimiert mithilfe künstlicher Intelligenz Aus-

schluss in der Fertigung. Der Prüfautomat ist für den Einsatz in der Qualitätssicherung unterschiedlichster Branchen wie der Stanz-, Schraub- oder Medizintechnik geeignet.

Der Prüfautomat nutzt optische Messtechnik, um Daten zu Maßhaltigkeit, Geometrie- und Oberflächeneigenschaften der Prüfteile zu erheben. Die Verarbeitung der Bilder übernimmt die Software KiVision, die Bewertung der Teile künstliche Intelligenz: Die Bildverarbeitungssoftware auf Basis von Deep Neural Networks nutzt Anomaliedetek-

tion, um auch bislang unbekannte, kleinste Defekte auf den Oberflächen der Prüfteile zu erkennen.

Um eine normkonforme Montage von Schraubverbindungen zu gewährleisten, hat Kistler außerdem das Prüfsystem CerTest 3 für Drehmomentwerkzeuge neben neuer Technik auch mit entsprechender Software ausgestattet: Das webbasierte Programm Ceus 10 führt Nutzer Schritt für Schritt durch die Messungen und ermöglicht es, individuelle Parameter für Drehmomentwerkzeuge zu speichern.



Bild: Kistler

Lasermesssystem

Sender und Empfänger getrennt montieren

Blum-Novotest präsentiert das neue Lasermesssystem LC53-Digilog zur Werkzeugmessung und -überwachung in CNC-Bearbeitungszentren. Damit erweitert der Messtechnikhersteller sein Produktportfolio um ein optisches System mit getrennter Sende- und Empfangseinheit. Typischerweise werden diese Systeme auf oder neben dem Maschinentisch montiert, um die Verfahrswege und somit die Gesamt-Messzeit möglichst kurz zu halten. Ist die Montage eines Trägersystems

in diesem Bereich der Maschine aus konstruktiven oder anwendungsspezifischen Gründen nicht möglich, bedarf es einer Lösung, bei der Lasersender und -empfänger getrennt – beispielsweise an der Maschinenwand – montiert werden können. Der neue LC53-Digilog erfüllt genau diese Anforderung, wodurch Störkonturen im Arbeitsraum vermieden werden und eine flexible Integration in unterschiedliche Maschinentypen möglich werden soll.



Bild: Blum-Novotest

Präzisionsmesszentrum

Lösung für mittelgroße Verzahnungen

Das neu entwickelte Präzisionsmesszentrum P 152 von Klingelberg schließt die Lücke im Portfolio zwischen der mittleren und der großen Baureihe. Das System für mittelgroße Verzahnungen – wie Planetenräder aus der Windkraft – verbindet Maß-, Form- und Lagemessungen mit der Verzahnungsmessung, um die Arbeitssprinzipien aus der Großserien- und Massenfertigung auch für Großverzahnungen anzuwenden. Es kann Bauteile bis zu einem Außendurchmesser von 1520 mm sowie einem Gewicht bis 8 t messen – ohne besonderes Fundament.

Eine wesentliche Rolle spielt das eigens-teife Maschinenbett mit einer Dreipunktauf- lage. Die Bettkonstruktion und Boden- auf- lage sind so gewählt, dass sich selbst bei einer Beladung mit hohen Werkstück- gewichten, die Winkellage der einzelnen Maschinenachsen zueinander nicht signifi- kant verändert. Die Dreipunktauf- lage des Maschinenbetts ermöglicht ebenfalls die Integration einer aktiven Schwin- gungsplattform in das Maschinenbett. Damit können auch die niederfrequenten Schwingungen aus dem Hallenboden ab- gefangen werden.



Bild: Klingelberg

Verzahnungsmessung

Verbindung zwischen Prüfgerät und Messrechner



Bild: Frenco

Frenco hat mit der Messbox FMB ein Ver- bindungsglied von einer Feinzeiger-domi- nierten Handmessung bis hin zur Mög- lichkeit der elektronischen Messwerter- fassung geschaffen. Die Messbox kann in Verbindung mit den Zweikugelmaß-Prüf- geräten IVM 1x1 (für Messungen bei In- nenverzahnungen) und AVM 1x1 (für eine entsprechende Außenverzahnung) einge- setzt werden. Ebenso anschließbar sind Verzahnungsprüfungsgeräte der Modell-

typen VPE sowie VPO. Da diese Handprüf- geräte bisher hauptsächlich mit einem Feinzeiger ausgeliefert wurden, war auch keine Schnittstelle zu einem PC vorhan- den. Die Messbox stellt als Option nun eine Verbindung zwischen Prüfgeräten und einem Messrechner her, sodass Daten di- rekt in die Auswertesoftware LDYN-Light einfließen. So können zum Beispiel mögliche Fehler bei der Übertragung der ermit- telten Messwerte vermieden werden.

Messuhren

Usability im Fokus

Die Messuhren ID-C und ID-F von Mitu- toyo sind nun im neuen Design erhältlich. Sowohl das große halbkreisförmige Dis- play als auch die drei multifunktionalen benutzerdefinierten Tasten sollen dazu beitragen, dass sich die Benutzerfreund- lichkeit im Vergleich zu den Vorgängern steigert. Bereits bei den Vorgängermodel- len hatte Mitutoyo die Anwenderfreund- lichkeit im Blick. Ebenfalls neu ist bei den neuen Modellen die bidirektionale, serielle Kommunikation per Digimatic-S1-Schnittstelle: Sie er- möglicht Anwendern in Verbindung mit

USB-Itpak Version 3.0 oder anderer ver- gleichbarer Software zwei verschiedene Aktionen mit den Messuhren ausführen zu können. Gerätedaten (zum Beispiel Se- riennummer und Kalibrierstatus) lassen sich zudem am PC einsehen, ebenso kön- nen Anwender Funktionen des Messge- räts wie Voreinstellungen oder das Ein- und Ausschalten über den PC fernsteuern. Die S1-Leitungen funktionieren auch noch mit älteren Versionen von USB-Itpak, allerdings stehen dann die genann- ten neuen Funktionen nicht zur Verfü- gung.



Bild: Mitutoyo

Vernetzungs- und Aushärtegrade Zerstörungsfrei prozessnah messen

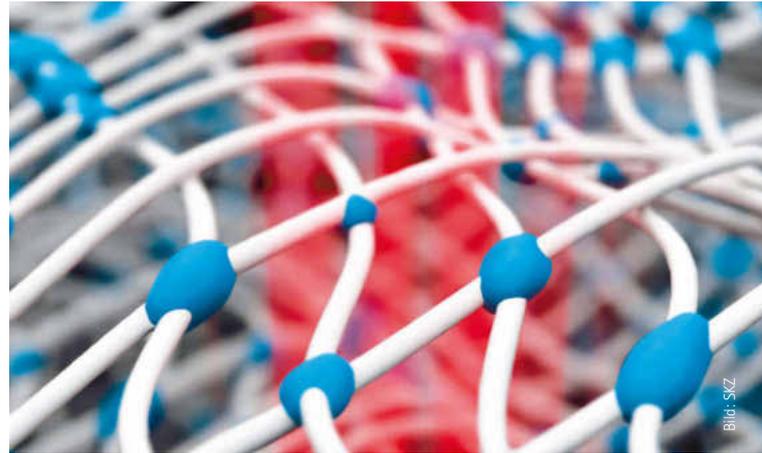
Das Kunststoff-Zentrum SKZ und das Institut für Lasertechnologien in der Medizin und Messtechnik an der Universität Ulm (ILM) stellen gemeinsam das neu entwickelte Messverfahren Optixlink vor. Demonstriert wird damit die wirtschaftliche Bestimmung von Vernetzungs- und Aushärtegraden an vernetztem Polyethylen (PE-X) und Duroplasten.

Die zerstörungsfrei arbeitende Methode habe das Potenzial zur 100-%-Kontrolle in der Produktion, heißt es von SKZ-Seite. Optisch ermittelte sogenannte Streu- und Absorptionskoeffizienten im Nahinfrarot-

bereich sowie Raman-Banden bilden dabei die Basis.

Damit sollen Vernetzungsgrade und Aushärtereaktionen kosteneffizient und prozessnah mit Sicherheit bestimmt werden können. Motiviert durch die hohe An-

wenderakzeptanz werden SKZ und ILM die Messmethode auf weitere Spektralbereiche ausweiten. Interessierte Unterneh-



men können Kontakt mit dem SKZ aufnehmen, um die Messmethode für eigene Anwendungsfälle bewerten zu lassen.

Koordinatenmesstechnik Passt in kleine Produktionsräume

Das neue Kontaktmesssystem Deltron hat Vision Engineering für kleinere Produktionsräume entwickelt. Dabei handelt es sich um ein CNC-Koordinatenmessgerät mit einer kleinen Grundfläche, das Standalone arbeitet oder auch in eine Fertigungszelle integriert werden kann. Der Delta-Mechanismus ist als Kohlefaserstabkonstruktion ausgelegt. Deltron verfügt über vollständig abgedichtete Umlauflager: kein Eindringen von Schmutz, kein an-

fälliges Getriebe, kein Druckluftbedarf. Die Maßstabaufklärung beträgt $0,1 \mu\text{m}$, die 3D-Genauigkeit $(2,6 + 0,4 L/100) \mu\text{m}$, wobei eine maximale Beschleunigung von 750 mm/s^2 möglich ist. Die automatische Korrektur des Werkzeugversatzes ermöglicht die Verwendung in einem vollautomatisierten Produktionsprozess. Die Vitouch3D-Software beinhaltet Spezifikationen für GD&T-Dimensionierung, RPS-Ausrichtung und SPC-Datenanalyse.



Bild: Vision Engineering

Multisensorik Einstiegsgerät für viele Anwendungen

OGP zeigt auf der Control das erste System der neuen E-Serie, das Einstiegsgerät E7 für Multisensor-Messungen. Das CNC-Gerät ist standardmäßig mit dem Intellcentric-Festobjektivsystem mit 6-Megapixel-Kamera und einem fünfstufigen Digitalzoom ausgestattet. Mit einem Messbereich von $25 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ (optional X-Achsenverlängerung auf 30 cm) und den LED-Koaxial-, Durchlicht-, Auflicht und Ringlichtbeleuchtungen im Standard erlaubt es vielseitige Anwendungen. Der optional erhältliche Messtaster TP200 bietet den Einstieg in die Multi-

sensorik. Zudem stellt OGP die aktuelle Version der Software Smart-SCS vor. Sie ist nicht nur für Messgeräte von OGP verfügbar, sondern kann auf Systemen aller gängigen Hersteller installiert und betrieben werden. Vorteil: Eine individualisierbare Softwareoberfläche, um alle Messgeräte im Unternehmen starten zu können. In der höchsten Ausbaustufe bietet Smart-SCS volle GAMP/FDA-Funktionalität mit Sicherheitsfunktionen für FDA 21 CFR Part 11 und Part 820-Anforderungen, wie die elektronische Signatur, Audit Trails und das Vier-Augen-Prinzip.



Bild: OGP

Zerstörungsfreie Prüfung

Geheimnis von Gizeh gelüftet

Mit Ultraschall und endoskopischen Kameras haben Wissenschaftler der Technischen Universität München im Projekt Scanpyramids nachgewiesen, dass es in der Cheops-Pyramide von Gizeh eine unbekannte Kammer gibt. Deren Existenz wurde bislang nur aufgrund von Messdaten vermutet.



Bild: Scanpyramids

Die Forscher blicken mithilfe eines Endoskops in die Kammer, die vermutlich seit rund 4.500 Jahren kein Mensch mehr gesehen hat.

Die Cheops-Pyramide gilt als die größte und älteste Pyramide von Gizeh. Als Teil eines der sieben Weltwunder der Antike ist sie zwar gut erforscht, allerdings wurden bislang noch nicht alle Geheimnisse des Bauwerks gelüftet. Forscher der TU München haben die Pyramide nun aber um ein Mysterium erleichtert. Als Teil des internationalen Forschungsteams Scanpyramids konnten die Münchner eine leere Kammer nachweisen, deren Existenz bislang nur aufgrund von Messdaten vermutet wurde. Der Hohlraum befindet sich über dem ursprünglichen Eingang der Pyramide, der für die Öffentlichkeit nicht zugänglich ist.

Bereits seit 2016 hatten mehrere Messungen japanischer und französischer Forscher Anhaltspunkte für die Existenz der Kammer geliefert. Seit 2019 ist auch die Forschungsgruppe der TU München mit an Bord und hilft dabei, die Pyramide

nach versteckten Strukturen zu untersuchen. Hierfür werden Methoden der Zerstörungsfreien Prüfung angewendet, die einen Blick in die Steinblöcke und auf die dahinter liegenden Bereiche ermöglichen.

Vorsichtiges Vorgehen mit zerstörungsfreier Prüfung

„Die Pyramiden gehören zum Weltkulturerbe. Deshalb müssen wir bei der Untersuchung besonders vorsichtig vorgehen, damit keine Beschädigungen entstehen. Wir arbeiten an der Cheops-Pyramide daher mit Radar- und Ultraschallmessgeräten, die zerstörungsfrei und teilweise sogar kontaktfrei angewendet werden können“, erklärt Professor Christian Große vom Lehrstuhl für Zerstörungsfreie Prüfung.

Die Messgeräte gaben einen guten ersten Eindruck. Um diesen zu bestätigen, arbeiteten die Wissenschaftler mit endoskopischen Kameras. Das Team fand zwischen

den Steinen des Chevrons, einer massiven Steinkonstruktion, eine Lücke, durch die es einen Hohlstab in die Kammer führen konnte. Dieses Rohr diente den Wissenschaftlern als Führung für ihre Kameralinse. Das Endoskop bestätigte dann die Existenz des Raums. „Einen Hohlraum in einer Pyramide zu entdecken, ist schon etwas Besonderes. Aber dass diese Kammer groß genug ist, um mehrere Menschen aufzunehmen, das macht es noch viel bedeutender“, so Große.

Die Kammer ist allerdings größer als von den Forschenden bislang vermutet worden war. Die Messdaten gaben Rückschlüsse auf einen mindestens 5 m langen Korridor; diese Länge soll die Kammer aber ersten Schätzungen zufolge deutlich überschreiten. Im Inneren der Kammer sind keine Fußspuren oder ähnliche Hinweise auf menschliche Aktivitäten zu sehen. Daher nimmt die Forschungsgruppe an, dass diesen Raum seit rund 4.500 Jahren kein Mensch mehr zu Gesicht bekommen hat.



Webinweis

In diesem Video zeigt Scanpyramids, wie sie die zerstörungsfreien Prüfverfahren für die Arbeiten in der Cheops Pyramide genutzt hat:



<http://hier.pro/XljHW>



ISSN 1436-2457

Herausgeberin:
Katja Kohlhammer

Verlag
Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH
Ernst-Mey-Straße 8,
70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany

Geschäftsführer: Peter Dilger

Verlagsleiter: Peter Dilger

Redaktion:
Chefredakteur:
B.A. Alexander Gözl (ag), Phone +49 711 7594-438
Ernst-Mey-Straße 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany

Redakteure:
Sabine Koll, Markus Strehlitz
E-Mail: qe.redaktion@konradin.de

Redaktionsassistent:
Daniela Engel, Phone +49 711 7594-452
E-Mail: daniela.engel@konradin.de

Layout:
Michael Kienzle, Phone +49 711 7594-258

Gesamtanzeigenleiter:
Verantwortlich für den Anzeigenteil:
Joachim Linckh, Phone +49 711 7594-565
E-Mail: joachim.linckh@konradin.de

Auftragsmanagement:
Annemarie Olender, Phone +49 711 7594-319

Leserservice
Quality Engineering +49 711 7252-209
E-Mail: konradinversand@zenit-presse.de

Quality Engineering erscheint 5 x jährlich. Bezugspreise:
Inland 68,75 € inkl. Versandkosten und MwSt.; Ausland:
68,75 € inkl. Versandkosten. Einzelverkaufspreis: 13,80 € inkl.
MwSt., zzgl. Versandkosten.

Sofern die Lieferung nicht für einen bestimmten Zeitraum
bestellt war, läuft das Abonnement bis auf Widerruf.

Bezugszeit: Das Abonnement kann erstmals vier Wochen
zum Ende des ersten Bezugsjahres gekündigt werden.
Nach Ablauf des ersten Jahres gilt eine Kündigungsfrist von
jeweils vier Wochen zum Quartalsende. Bei Nichterscheinen
aus technischen Gründen oder höherer Gewalt entsteht kein
Anspruch auf Ersatz.

Auslandsvertretungen:
Großbritannien: Jens Smith Partnership, The Court, Long
Sutton, GB-Hook, Hampshire RG29 1TA, Phone 01256
862589, Fax 01256 862182, E-Mail: jsp@trademedia.info;
USA: D.A. Fox Advertising Sales, Inc. Detlef Fox, 5 Penn Plaza,
19th Floor, New York, NY 10001, Phone +1 212 8963881,
Fax +1 212 6293988, detleffox@com.cast.net

Druck:
Konradin Druck, Kohlhammerstraße 1-15,
70771 Leinfelden-Echterdingen, Printed in Germany

© 2023 by Konradin-Verlag Robert Kohlhammer GmbH,
Leinfelden-Echterdingen

konradin
mediengruppe



Kooperationspartner:
AFQ Akademie für
Qualitätsmanagement



3D-Global	54	OGP Messtechnik	35, 26, 57
Accretech	2, 23	Peakavenue	26
Additive	39	PEL Pintossi	23
Aerotech	45, 54	PLATO	21, 26
Ametek Division Creaform	26, 41	Polytec	26
		PTB	10
Babtec	12	Rauscher	52
Basler	52	Renishaw	26
Beamionic	52	Reusch Rechtsanwälte	16
Blum-Novotest	55		
		P.E. Schall	17, 28
Cappgemini	6	Dr. Schneider Messtechnik	26
Consense	15, 55	Shimadzu Deutschland	11
		SKZ	57
Dakks	10	Sogeti	6
DK Fixiersysteme	49	Stotz-Software	10
		Feinmess Suhl	53, 54
Fraunhofer IPM	44		
Franco	43, 56	Teledyne Flir	47
		Toolcraft	30
Hexagon	18	TU München	58
Hopie Tech	40		
		Universität Ulm	57
IQM Tools	13		
iqs	26	VDMA	26
		Vision Engineering	57
Kapp	37	Wenzel	18, 26
Karlsruher Institut für Technologie	50		
Kistler	55	Werth Messtechnik	7, 26, 30
Klein Kunststofftechnik	34	wirth + partner	15
Klingelberg	56		
Klostermann	25	Carl Zeiss Industrielle	18, 35, 60
		Messtechnik	
LK Metrology	36	Zwickroell	53
Lotus	36		
Micro-Epsilon	3		
Micro Focus	6		
Micronise	40		
Mitutoyo	5, 56		

Wo Qualität drauf steht, ist auch Qualität drin.

Vier Ausgaben im Jahr sorgen für maximalen Lesennutzen und Leselust. QUALITY ENGINEERING widmet sich seit 2013 ausschließlich und umfangreich der Story hinter der Firma, dem Produkt oder der Lösung, aber auch den Strategien und Problemen rund um die Qualität.

www.qe-online.de

Wenn Präzision entscheidet



Die neue Generation ZEISS PRISMO Familie

Mehr als nur ein Facelift: Das Flaggschiff der ZEISS KMG-Familie ist jetzt noch stärker. Zahlreiche Upgrades sorgen für ein Plus an Produktivität und Leistung. Die neue ZEISS PRISMO Familie punktet bei Flexibilität, Sicherheit und Ergonomie und vereint High-Tech mit ökologischen Aspekten.

zeiss.de/prismo



Seeing beyond