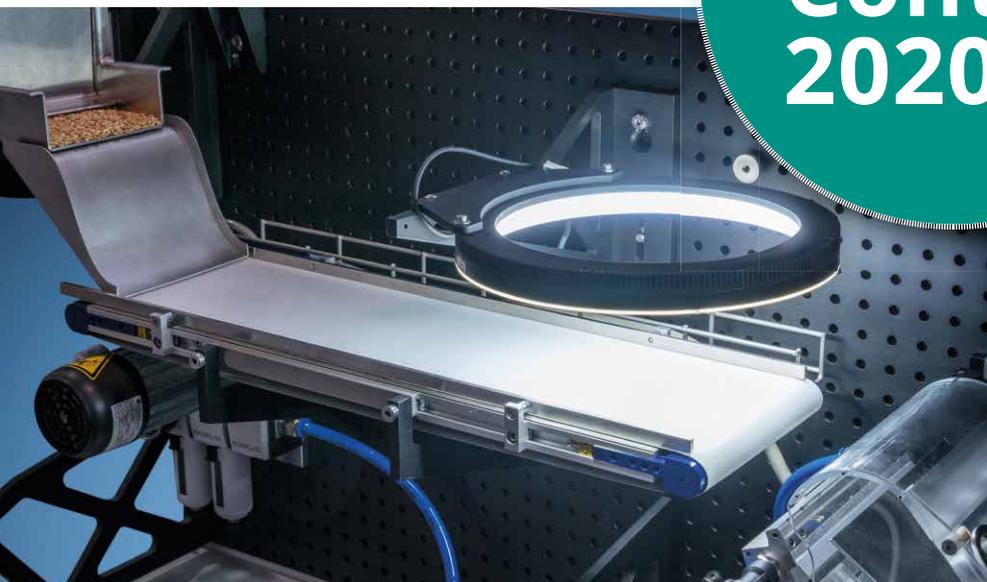




Sonderteil  
**Control  
2020**



## Inhalt

- |   |  |   |
|---|--|---|
| <p><b>2 „Know-how-Transfer auf Augenhöhe ist unverzichtbar“</b><br/>Im Interview: Bettina Schall über das Thema Qualitätssicherung und ein kaum planbares Jahr 2020</p> <p><b>3 Produkte</b></p> <p><b>8 Der Sonne so nah</b><br/>Ein Messmikroskop hilft bei der Sonnenerkundung<br/>Bernd Chares, Stefan Summer</p> | <p><b>10 Präzision in Kunststoff</b><br/>Optisches 3D-Scansystem und Koordinatenmessmaschine sichern hohe Qualität des Spritzgießprozesses<br/>Bernd Müller</p> <p><b>12 Qualität ohne Kompromisse</b><br/>3D-Scanlösung vs. CMM in der Qualitätssicherung und -kontrolle<br/>Guillaume Bull</p> | <p><b>14 Optische Schüttgutsortierung mit Flächenkameras</b><br/>Präzise Ausschleusung und Materialcharakterisierung durch Bildfolgenauswertung und Multiobject-Tracking<br/>Georg Maier, Robin Gruna</p> |
|---|--|---|



# „Know-how-Transfer auf Augenhöhe ist unverzichtbar“

Im Interview: Bettina Schall über das Thema Qualitätssicherung und ein kaum planbares Jahr 2020

Anfang Mai sollte nunmehr die 34. Control, Internationale Fachmesse für Qualitätssicherung, stattfinden – doch alles kam anders als geplant. Mit welchen Themen rund um QS man sich trotz ausgefallener Control dennoch beschäftigen sollte und wie die Corona-Pandemie die Messelandschaft beeinflusst, erklärt uns Control-Veranstalterin Bettina Schall im Interview.

**inspect:** Im vergangenen Jahr sagten Sie in einem Interview im Vorfeld der Control, dass der Einsatz von KI die Qualitätssicherung der Zukunft massiv beeinflussen wird. Inwieweit hat KI dies im Laufe des vergangenen Jahres getan?

**B. Schall:** Die Methodik und Weiterentwicklung rund um Künstliche Intelligenz schreitet permanent voran, ebenso Anwendungsgebiete und Lösungen für diverse Bereiche in der Produktion. Im Bereich Bildverarbeitung und Qualitätssicherung im industriellen Einsatz sind intelligente, smarte Lösungen schon lange verbreitet, die nun durch Lernfähigkeit noch

einmal verbessert werden. Dies ist ein sich permanent fortsetzender Prozess. Systeme der visuellen Inspektion sind Machine-Vision-Systeme, die schon im Einsatz sind. Sensorik und Messtechnik werden zunehmend komplexer und erfordern eine intelligente Datenverarbeitung. Insoweit hat die Weiterentwicklung der KI auf breitem Feld direkten Einfluss auf die Fortentwicklung moderner QS-Systeme.

**inspect:** Die Vernetzung in der Mess- & Prüftechnik setzt sich weiter durch. Inwieweit sind die Technologien heute schon auf die Datenflut eingestellt?

**B. Schall:** Es versteht sich von selbst, dass die Datenmengen, die durch die zunehmende Vernetzung von Produktionsabläufen und Inline-Prüfvorgängen entstehen, nicht nur hardwaremäßig verwaltet, sondern auch softwaremäßig verarbeitet werden. Wie gesagt – es ist ein fortwährend sich weiterentwickelnder Prozess, Daten grundlegend zu analysieren und Abläufe derart miteinander zu vernetzen, dass gewonnene Daten nutzbringend verwendet werden. Dieser Prozess ist längst im Gange, und jeder weiß, dass Big Data bewältigt werden muss.

**inspect: Was sind weitere Trendthemen – neben KI und der Vernetzung?**

**B. Schall:** KI, Vernetzung und Integration lassen sich nicht voneinander trennen. In Sachen Echtzeitanalysen, Präzision und Individualisierung werden wir einen Schritt vorwärts gehen. Software wird hierbei eine zunehmend wichtigere Rolle spielen. Denn die Steuerung und Analyse der Messaufgaben und der dabei eingesetzten Maschinen, der digitale Zwilling, Datenverarbeitung und Datentransparenz sind ohne Software nicht möglich.

**inspect: Optische Messtechnik mit Augmented Reality sei noch nicht soweit, flächendeckend etabliert zu werden. Wie schätzen Sie denn den aktuellen Stand ein?**

**B. Schall:** Weiterentwicklungen und der aktuelle Stand sollten eigentlich auf der Control zu sehen sein. Doch auch ohne bin sicher, dass es zwischenzeitlich auch im Bereich Augmented Reality eine weitere Verbreitung gibt.

**inspect: Die Absage wichtiger Messen und Veranstaltungen rollt seit März wie eine Welle über Deutschland und andere Länder hinweg. Wie gehen Sie als Messeveranstalter mit der Absage der Control um? Was sagen Ihre Aussteller dazu?**

**B. Schall:** Die gegenwärtige Situation, die Corona-Krise, betrifft alle Menschen weltweit.

Uns alle beherrscht derzeit eine in dieser Weise noch nie dagewesene Bedrohung. Mit der Absage der Control haben wir umzugehen, wie es die Lage gebietet: sachlich und vernünftig. Natürlich haben alle Beteiligten bis zur letzten Stunde gehofft, dass sich die Situation noch wendet. Immerhin haben die Aussteller viele Monate Vorbereitung für die Messe aufgewendet, viele neue Produkte und Lösungen für den Bereich der Qualitätssicherung entwickelt. Aber jeder weiß, wie galoppierend sich die Infektionslage verschärft hat. Es ist jeder betroffen, wir alle ohne Ausnahme. Insoweit war die rechtzeitige Absage der Control die einzig richtige Entscheidung, die alle Betroffenen mittragen.

**inspect: Warum kam eine Verschiebung der Messe in den Herbst für Sie nicht infrage?**

**B. Schall:** Eine Verschiebung der Control in den Herbst würde eine große Belastung für die Aussteller bedeuten, steht doch die nächste Messe 2021 dann schon wieder ein halbes Jahr später an. Es ist also in der nüchternen Betrachtung des ohnehin vollen Messeterminkalenders im Herbst begründet, den Ausstellern einer Jahresmesse den nötigen Atem zu lassen, um die Folgemesse vorzubereiten. Ohnehin müssen die Unternehmen in der gegenwärtigen Lage mit Kontakt- und Reiseverboten, Produktionsunterbrechungen, Betriebsschließungen und hohem Krankenstand ihre Arbeitsabläufe neu strukturieren und außergewöhnliche Herausforderungen bewältigen. Sicher auch noch über die nächsten Wochen und Monate. Also, wir als Messeveranstalter waren uns gemeinsam mit dem Messebeirat sofort einig darüber, keinen Herbsttermin anzusetzen.

**inspect: Die Coronakrise ist in vollem Gange und wird uns neben Messeabsagen auch gesamtwirtschaftlich beschäftigen. Welche Auswirkungen wird dies mittelfristig auf die Messlandschaft haben?**

**B. Schall:** Niemand weiß, welche Auswirkungen diese Krise haben wird. Niemand kann derzeit die gesamtwirtschaftlichen Folgen abschätzen. Und wir wissen auch nicht, wie lange die vielfältigen Einschränkungen aufgrund der global verbreiteten Infektionslage dauern werden. Aber wir wissen, dass der persönliche Austausch zwischen Anbieter und Kunden immer ganz oben steht und für die Lösung der Aufgabenstellungen essenziell ist. Das persönliche Expertengespräch, der Know-how-Transfer auf Augenhöhe wird auch künftig unverzichtbar sein. Und fest steht auch, dass das Thema Qualitätssicherung wichtiger wird denn je: In dieser angespannten Situation ist erst recht eine effiziente, wirtschaftliche und kostengünstige Null-Fehler-Produktion unabdingbar! Hierfür ist die Control genau die richtige Plattform. Wir dürfen also sehr zuversichtlich und optimistisch auf den Messetermin 2021 schauen.

**inspect: Wie gleichen Ihre Aussteller den Wegfall der Produktkommunikation und des Kontaktes zu den Kunden aus?**

**B. Schall:** Die Kommunikationskanäle zwischen unseren Ausstellern als Anbietern und ihren Kunden werden ja weiterhin rege bedient. Beispielsweise erhalten Anwender, Kunden und Interessierte Produktinformationen über Fachmedienplattformen. Auch über unser Portal [www.control-messe.de](http://www.control-messe.de) sind die aktuellen Informationen der Aussteller abrufbar. (agry) ■

**KONTAKT**

P. E. Schall GmbH & Co. KG,  
Frickenhausen  
Tel.: +49 7025 920 60  
[www.control-messe.de](http://www.control-messe.de)

**Zentriermesssystem setzt neue Maßstäbe bei der Messgenauigkeit**

Trioptics präsentiert das neue Zentriermesssystem OptiCentric 3D 101 mit vollständig integrierter Mittendicken- und Luftabstandsmessung zur Berechnung innen liegender Zentrierfehler anhand realer Messwerte. Flexibilität bieten die zwei möglichen Anordnungen des Systems. Der klassische Aufbau mit verfahrenem Autokollimator hat sich durch die Minimierung des Einflusses der Vignettierung bewährt. Neu ist die statische Positionierung des Autokollimators über der Fahrachse. Damit werden Rollfehlereinflüsse der Führung minimiert und die Azimutrich-

tung des Zentrierfehlers kann noch genauer erfasst werden. Durch die signifikante Verbesserung der Azimutgenauigkeit lassen sich Linsensystemen jetzt mittels MultiLens-Software und SmartAlign-Modul noch genauer vermessen und ausrichten. Zusätzlich erlaubt dieser Aufbau eine alternative Zentrierfehlerprüfung ganz ohne Rotation des Prüflings. Die hierdurch erhöhte Messgeschwindigkeit macht eine nochmalige deutliche Effizienzsteigerung möglich.

[www.trioptics.com](http://www.trioptics.com)



### Standardkabine mit Sonderfunktion

Das Röntgenprüfsystem XRH222 von Visiconsult, das für die schnelle Röntgenprüfung von Einzelteilen und Kleinserien von Gussteilen, geschweißten Stahlbauteilen, Kunststoff und anderem entwickelt wurde, findet Anwendung in der Produktion, Forschung oder Qualitätskontrolle, wo hohe Bildqualität und Vielseitigkeit wichtiger sind, als eine hohe Prüffrequenz und programmierbare Testroutinen. Der 4-Achsen-Teilmanipulator und ein C-Arm können entkoppelt gesteuert werden. Dank der Motoren und des Xplus-Griffs können alle Funktionen des Gehäuses und der Bildverbesserungssoftware vom Bedie-



ner ohne Programmierkenntnisse leicht automatisiert werden. Das XRH222 hat eine Mikrofokusröhre, die automatisch Intensitätskontrollen (AIC) für kontinuierliche Intensität der Strahlung und automatisch Röhrenkalibrierung für optimale Leistung durchführt. Dies bietet viele Vorteile: Zum Beispiel hohe Auflösung und Mikro-CT-Fähigkeit. Darüber hinaus können beispielsweise sehr dünne Schweißnähte in Flugzeugröhren getestet werden. Durch CNC-Sequenzen und -Programme bietet das System einen hohen Automatisierungsgrad. Die Wartung ist einfach mit kundenspezifischen, gebrauchsfertigen Click-In-Kathoden und automatischer Rohrentlüftung. Es bietet auch einen kundenspezifischen Komponentenhalter, der sicher durch einen pneumatischen Dreifinger positioniert werden kann. Darüber hinaus bietet der Detektor die Möglichkeit, von digitaler Radiographie (DR) auf Computerradiographie (CR) umzustellen. Erweiterte Funktionen wie Overlay-Tools, Makrogeneratoren, Filtererweiterungen, Live-Bildverbesserung, Report Toolkits, Diconde-Integration, Messwerkzeuge und vieles mehr machen das Xplus zur ausgereiften Software auf dem Markt. Alle gängigen internationalen Industriestandards wie ASTM, NADCAP, EN und viele mehr werden nativ erfüllt.

[www.visiconsult.de](http://www.visiconsult.de)

### Manuelle und robotergeführte 3D-Scanner

Creaforms portable 3D-Scanner Handyscan Black and Go!Scan Spark wurden 2019 auf den Markt gebracht und werden im Bereich Qualitätskontrolle und Produktentwicklung eingesetzt. Sie messen in Sekundenschnelle überall und alle Arten von Teilen, unabhängig von Größe, Material und Komplexität. Mit dem Go!Scan Spark ist es sogar möglich, in Farbe zu scannen. Dieser Scanner gilt auch als Lösung für Produktentwicklungs- und Reverse-Engineering-Aufgaben. Der Handyscan Black ist das richtige Scansystem für alle Arten von Aufgaben entlang des Lebenszyklusmanagementprozesses des Produkts (PLM), von der Produktentwicklung über die Herstellung bis hin zur Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle.

[www.creaform.com](http://www.creaform.com)

### Erstklassige Bilder mit 101 Megapixel Auflösung

Die neue Shr461CX ist das neueste Modell aus der SHR-Kameraserie von SVS-Vistek. Der eingesetzte neue Rolling-Shutter-Sensor IMX461 von Sony bietet eine hohe Auflösung von 101 Megapixeln (11648 x 8742 Pixel) und – wie auch schon beim Schwestermodell Shr411 – eine sehr gute Bildqualität. Damit erfüllt die Shr461 die hohen Anforderungen, die in vielen Industriebereichen für automatisierte Bildverarbeitungssysteme immer häufiger gestellt werden. Die Shr461 hat einen Dynamikumfang von 82 dB. Diese hohe Dynamik wird durch den Sensor und die aufwendige thermische Konstruktion der Kamera ermöglicht, die den Betrieb des Bildsensors mit extrem geringem Rauschen garantiert und dadurch die Voraussetzungen für die erstklassige Bildqualität der Shr461CX schafft. Diese hervorragende thermische Anbindung ermöglicht auch die maximale Betriebstemperatur von 70 °C, die deutlich über den Werten herkömmlicher Industriekameras in dieser Auflösungsklasse liegt. Aufgrund dieser thermischen Robustheit ist die Shr461CX auch für den Einsatz in Bereichen prädestiniert, die für andere Kameras unerreichbar sind.



[www.svs-vistek.com](http://www.svs-vistek.com)



### Neue Version von CAM2 erschienen

Faro hat eine neue Version seiner CAM2-Software vorgestellt. Die Version 2020 enthält zahlreiche Optimierungen in Sachen Leistung, eine verbesserte Benutzeroberfläche sowie neue Funktionen und eine zusätzliche Lizenzoption. Das neue, flexible Lizenzmodell macht CAM2 skalierbar und stellt sicher, dass Anwender stets auf die aktuellste Version der Messtechnik-Software zugreifen können. Im Rahmen eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses wurden die Rückmeldungen und Anforderungen der Anwender kontinuierlich gesammelt und in die Weiterentwicklung der Software integriert. Dazu gehören unter anderem eine verbesserte Messfunktion und ein aktualisiertes statistisches Prozesssteuerungs-Tool. Dieses unterstützt Anwender dabei, Produktionsdatentrends im Blick zu behalten und so frühzeitig zu erkennen, ob ein Prozess einen bestimmten Parameter verlässt. So lassen sich Produktionsfehler und damit Zeitverluste, Ausschuss und Nacharbeit wirksam reduzieren.

[www.faro.com](http://www.faro.com)



## ToF-Modul für 3D-Objekterkennung

Lucid stellt sein neues Helios Flex 3D Time-of-Flight-MIPI-Modul vor. Die Helios Flex ist ein robustes, vorkalibriertes Time-of-Flight-MIPI-Modul, das sich einfach in Embedded-Plattformen für Industrie- und Roboteranwendungen integrieren lässt. Das Modul ist mit dem hintergrundbeleuchteten ToF-Bildsensor DepthSense IMX556PLR von Sony ausgestattet und unterstützt das Nvidia Jetson TX2 Board. Es liefert eine Tiefenauflösung von 640 x 480, bei einem Objektstand von 0,3 bis 6 m und nutzt vier 850 nm VCSEL-Laserdioden, bei 30 Bildern pro Sekunde. Mit der Helios Flex wird ein Software Development Kit (SDK) mit GPU-beschleunigter Tiefenverarbeitung kostenlos geliefert. Im Vergleich zu bestehenden ToF-Lösungen, will Lucid Helios Flex ToF-Modul durch deutlich höhere Auflösung und Genauigkeit gefallen. Laut Hersteller lässt es sich leicht in Kundenanwendungen integrieren.

[www.thinklucid.com](http://www.thinklucid.com)

## Profilsensor mit blauem Laser

LMI Technologies (LMI) hat den 3D-Smart-Sensor Gocator 2530 vorgestellt. Der Profilsensor erreicht Inspektionsgeschwindigkeiten von bis zu 10 kHz, bei hoher lateraler Auflösung mit einem Sichtfeld von bis zu 100 mm. Der 2-MP-Hochgeschwindigkeitsimager, das Optikdesign und blaues Laserlicht ermöglichen es dem 2530, 3D-Daten mit hochgradig wiederholgenauen Ergebnissen sowohl auf glänzenden als auch auf kontrastarmen Oberflächen zu erzeugen, wie sie in Batterie-, Gummi- und Reifeninspektions- und Industrie-Automatisierungsanwendungen vorkommen. Die große Messbreite des 2530 ermöglichen die vollständige Erfassung mit einem einzigen Sensor (z.B. Handy-Gehäuserahmen). Dank des großen Messbereichs und der Messbreite kann der Sensor eine größere Anzahl von Messobjekten erfassen.

[www.lmi3d.com](http://www.lmi3d.com)

## Mit Augmented Reality existierende Messtechnik ersetzen

Opto hat seine Lösung Solino vorgestellt. Dabei handelt es sich um die Idee eines Augmented-Reality-Systems, das mit Hilfe von Aspektbildern (z.B. durch Photometric Stereo Aufnahmen) vorhandene Produktinformationen und Herstellungsparameter korreliert und dadurch eine digitale Produktbeschreibung generiert. Diese Information lässt sich direkt als Qualitätskriterium verwenden, oder man führt die Informationen wieder in künstliche Bilder oder eine animierte Darstellung der Objekte (AR) zurück. So kann man sich von einem Objekt auch nur die Topographie und die Farbunterschiede anzeigen lassen, oder auch nur ein reflexarmes Bild erzeugen. In allen Fällen nutzt man nur einen Bruchteil der vorhandenen Information, kommt aber trotzdem zu einem sinnvollen Messergebnis.



[www.opto.de](http://www.opto.de)



## Makro-Zoomobjektiv mit variablem Arbeitsabstand

Polytec stellt eine Weiterentwicklung des Zoom 6000 vor: Das Makro-Zoomobjektiv von Navitar lässt sich mit dem neuen Optotune-Modul auf unterschiedliche Arbeitsabstände einstellen. Objektiv-Adapter und Linse bestimmen normalerweise den Arbeitsabstand des Objektivs. Dank der Optotune-Flüssiglinse von Navitar lässt sich der Arbeitsabstand flexibel anpassen. Die Flüssiglinse sitzt als kompakte Einheit mit einem Adapter auf dem Grundkörper und wird mit einem USB-Controller über die einfach zu installierende Software angesteuert. Bei Verwendung einer 0,25-fach Linse und eines 1-fach Adapters lässt sich der Arbeitsabstand beispielsweise von ca. 106 mm bis 2,2 m einstellen. Ohne das Optotune-Modul hat man bei gleicher Linse und gleichem Adapter einen fixen Arbeitsabstand von 300 mm. Der motorisierte Fokus der Flüssiglinse arbeitet sehr exakt und schnell. Eine Kombination mit Mikroskop-Optiken ist ebenfalls möglich. Das Objektiv ist nach wie vor in einer manuellen und motorisierten Version lieferbar. Polytec bietet Anwendungsberatung, Vertrieb und Service für Navitar-Bildverarbeitungsobjektive.

[www.polytec.com](http://www.polytec.com)

## Berührungsloser 3D-Profiler

Zygo stellt eine neue Generation ihrer optischen 3D-Profiler vor. Dies bietet eine präzise und schnelle Messung der Oberflächentopographie für eine noch bessere Qualitäts- und Prozesskontrolle. Die beiden neuen Modelle, ZeGage Pro und ZeGage Pro HR, bieten eine bis zu doppelt so große Anzahl an Datenpunkten, ein um 50 Prozent größeres Sichtfeld und eine erhöhte Messgeschwindigkeit bei vereinfachter Bedienung. Die ZeGage Pro-Systeme zeichnen sich durch geringen Platzbedarf, vielseitige Leistung und Benutzerfreundlichkeit aus. Das zeitsparende große Sichtfeld des neuen Systems in Verbindung mit dem optionalen motorisierten Probentisch ermöglicht die schnelle und einfache Messung größerer Komponenten. Das Herzstück des optischen Profilers ZeGage Pro bildet die Mx Softwareplattform. Diese umfassende und benutzerfreundliche Steuerungs- und Analyseplattform unterstützt eine breite Palette von Oberflächen-Messanwendungen und Datenanalysen. Zur umfangreichen Funktionspalette gehören Ergebnisse gemäß ISO 25178 und 4287, zusammengesetzte Bilder und automatisierte Messroutinen. Dieses Angebot wird jetzt von den ZeGage Pro Profiliern um einzigartige Funktionen erweitert, welche die Bedienung vereinfachen und die Anforderungen an den Bediener minimieren, wie z. B. der exklusive schnelle Autofokus.

[www.zygo.de](http://www.zygo.de)



## Verbesserungen an Messtechniksoftware

Zeiss hat seine Messtechniksoftware Calypso verbessert. So ist sie jetzt, laut Hersteller, sechsmal schneller dank optimierter optischer Messung und dank höherer Automatisierung arbeitet sie effizienter. Zudem verfügt sie nun über eine Suchfunktion, mit der man schneller Prüfpläne durchforsten kann. Das Update auf die Version 2020 ist für Kunden mit Softwarepflegevertrag einfach über das Zeiss Portal möglich.

[www.zeiss.de](http://www.zeiss.de)



## Optische Frequenzmessung bis zur 21. Stelle

Der rauscharme Frequenzkamm DFC Core + von Toptica ist für optische Uhren geeignet. Wissenschaftler der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) Braunschweig und Toptica haben mit dem DFC Core + in einer Veröffentlichung Rekordstabilität und -genauigkeit nachgewiesen. Die Forscher haben nun mit einem Frequenzkamm (DFC Core +) einen Stabilitätstransfer auf dem Niveau von 10<sup>-21</sup> in 105 s durchgeführt. Dabei wurde das Frequenzverhältnis des Atomübergangs zur Laserfrequenz mit einer Genauigkeit von 9,4 x 10<sup>-22</sup>, also bis zur 21. signifikanten Stelle bestimmt.

[www.toptica.com](http://www.toptica.com)

# Impressum

### Herausgeber

Wiley-VCH Verlag GmbH  
& Co. KGaA  
Boschstraße 12  
69469 Weinheim, Germany  
Tel.: +49/6201/606-0

### Geschäftsführer

Sabine Haag  
Dr. Guido F. Herrmann

### Publishing Director

Steffen Ebert

### Product Management/ Chefredaktion

Anke Grytzka-Weinhold  
Tel.: +49/6201/606-456  
agrytzka@wiley.com

### Stellvertretender Chefredakteur

David Löh  
Tel.: +49/6201/606-771  
david.loeh@wiley.com

### Redaktion

Andreas Grösslein  
Tel.: +49/6201/606-718  
andreas.groesslein@wiley.com

### Redaktionsbüro Frankfurt

Sonja Schleif  
Tel.: +49/69/40951741  
sonja.schleif@2beecomm.de

### Redaktionsassistentz

Bettina Schmidt  
Tel.: +49/6201/606-750  
bettina.schmidt@wiley.com

### Beirat

Roland Beyer, Daimler AG  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp,  
Hochschule Darmstadt  
Dipl.-Ing. Gerhard Kleinpeter,  
BMW Group  
Dr. rer. nat. Abdelmalek Nasraoui,  
Gerhard Schubert GmbH  
Dr. Dipl.-Ing. phys. Ralph Neubecker,  
Hochschule Darmstadt

### Anzeigenleitung

Jörg Wüllner  
Tel.: 06201/606-748  
jwuellner@wiley.com

### Anzeigenvertretungen

Martin Fettig  
Tel.: +49/721/14508044  
m.fettig@das-medienquartier.de

### Dr. Michael Leising

Tel.: +49/3603/893112  
leising@leising-marketing.de

### Claudia Müssigbrodt

Tel.: +49/89/43749678  
claudia.muessigbrodt@t-online.de

### Herstellung

Jörg Stenger  
Claudia Vogel (Sales Administrator)  
Maria Ender (Layout)  
Ramona Scheirich (Litho)

### Wiley GIT Leserservice

65341 Eltville  
Tel.: +49/6123/9238-246  
Fax: +49/6123/9238-244  
WileyGIT@vuserice.de  
Unser Service ist für Sie da von Montag  
bis Freitag zwischen 8:00 und 17:00 Uhr.

### Sonderdrucke

Nicole Schramm  
Tel.: 06201/606-559  
nschramm@wiley.com

### Bankkonto

J.P. Morgan AG Frankfurt  
IBAN: DE55501108006161517443  
BIC: CHAS DE FX

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste

vom 1. Oktober 2019

2020 erscheinen 9 Ausgaben

„inspect“

Druckauflage: 20.000 (4. Quartal 2019)

### Abonnement 2020

9 Ausgaben EUR 51,00 zzgl. 7 % MwSt  
Einzelheft EUR 16,30 zzgl. MWSt+Porto

Schüler und Studenten erhalten unter Vorlage  
einer gültigen Bescheinigung 50 % Rabatt.

Abonnement-Bestellungen gelten bis  
auf Widerruf; Kündigungen 6 Wochen vor  
Jahresende. Abonnement-Bestellungen  
können innerhalb einer Woche schriftlich wider-  
rufen werden, Versandreklamationen sind  
nur innerhalb von 4 Wochen nach Erscheinen  
möglich.

### Originalarbeiten

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge  
stehen in der Verantwortung des Autors.  
Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit  
Genehmigung der Redaktion und mit  
Quellenangabe gestattet. Für unaufgefordert  
eingesandte Manuskripte und Abbildungen  
übernimmt der Verlag keine Haftung.

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich,  
zeitlich und inhaltlich eingeschränkte  
Recht eingeräumt, das Werk/den redaktion-  
ellen Beitrag in unveränderter Form oder  
bearbeiteter Form für alle Zwecke beliebig  
oft selbst zu nutzen oder Unternehmen, zu  
denen gesellschaftsrechtliche Beteiligungen  
bestehen, so wie Dritten zur Nutzung zu  
übertragen. Dieses Nutzungsrecht bezieht sich  
sowohl auf Print- wie elektronische Medien  
unter Einschluss des Internets wie auch auf  
Datenbanken/Datenträgern aller Art.

Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/  
oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder  
Zeichen können Marken oder eingetragene  
Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

### Druck

Pva, Druck und Medien, Landau

Printed in Germany

ISSN 1616-5284

#StayAtHome

Nutzen Sie unser  
kostenfreies ePaper!

[inspect-online.com/printausgabe](http://inspect-online.com/printausgabe)

Abo-Nummer 247 eingeben





# Der Sonne so nah

Ein Messmikroskop hilft bei der Sonnenerkundung

Das ballongetragene Sonnenobservatorium „Sunrise“ erkundet die Sonne in 37 km Höhe. Erforscht wird der physikalische Zustand der Sonnenatmosphäre und der solaren Magnetfelder, die auch die erdnahe Umgebung beeinflussen. Mithilfe des CNC-Messmikroskops eines englischen Herstellers werden die Kamerasensoren des am Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung entwickelten Instruments für den UV-Bereich vermessen.

Das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (kurz: MPS) gehört zu den führenden Institutionen im Bereich der wissenschaftliche Grundlagenforschung der direkten kosmischen Heimat, also unseres Sonnensystems mit seinen Planeten, Monden, Kometen (bekannte Vertreter sind Hale Bopp oder der Halleysche Komet), Asteroiden bis hin zur Oortschen Wolke. Das MPS ist im Juli 2004 aus dem seit 1957 bestehenden Max-Planck-Institut für Aeronomie hervorgegangen.

Um diese Himmelskörper zu untersuchen, forschen etwa 300 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker an wissenschaftlichen Instrumenten, die vor allem im Weltraum eingesetzt werden. Eine gute Vernetzung zu anderen Instituten, sowie die Teilnahme an zahlreichen Missionen internationaler Weltraumagenturen wie etwa ESA und Nasa bilden die Basis für hochklassische Forschungsarbeit. Die Auswertung und Interpretation der so gewonnenen Daten werden intensiv von theoretischen Arbeiten und numerischen Simulationen begleitet.

Im Mittelpunkt steht der größte Himmelskörper des Systems, die Sonne, mit seiner Atmosphäre, der Heliosphäre, das solare Magnetfeld, sowie interplanetare Medien wie Strahlung und energiereiche Teilchen.

Die Sonnenabteilung leitet die Ballonmission Sunrise, ein ballongetragenes Observatorium, das die Sonne aus einer Höhe von etwa 37 km untersucht. Neben zahlreichen weiteren Beteiligungen an Weltraummissionen trägt die Abteilung maßgeblich zur ESA-Mission Solar Orbiter bei.

### Ein Observatorium in 37 km Höhe

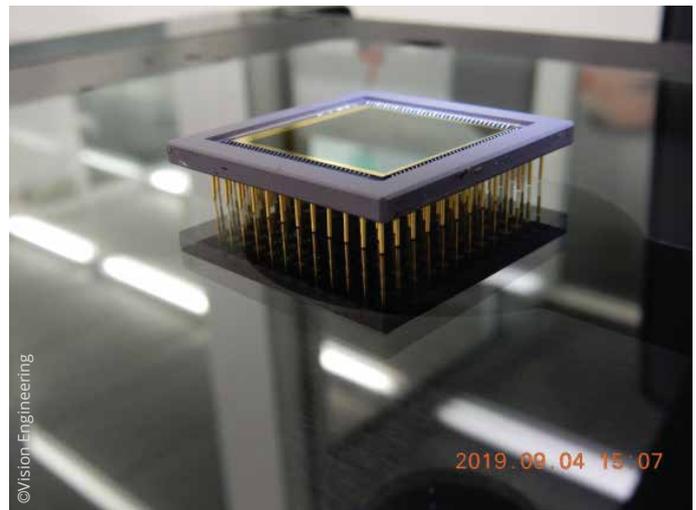
Sunrise ist ein ballongetragenes Sonnenobservatorium mit einem 1m-Teleskop, das aus der Stratosphäre, in einer Flughöhe von etwa 37 km, die Sonne erkundet. Damit entkommt es dem störenden Einfluss der Erdatmosphäre weitestgehend und kann das Sonnenlicht auch im ultravioletten (UV) Bereich untersuchen, was am Erdboden nicht möglich ist. Zurzeit bereitet das Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung (MPS), in Zusammenarbeit mit internationalen Partnern, den dritten Flug (Sunrise-3) vor.

Sunrise-3 wird hochauflösende 2D-Bilder und Spektren aufnehmen und gleichzeitig auch den Polarisationszustand des Sonnenlichts registrieren. Diese Daten geben Aufschluss über den physikalischen Zustand der Sonnenatmosphäre und der solaren Magnetfelder. Durch die Kombination von drei wissenschaftlichen Instrumenten, die in Spektralbereichen vom nahen UV (300 nm) bis ins nahe Infrarot (860 nm) arbeiten, deckt das Observatorium erstmals einen Höhenbereich von rund 1.000 km in der Sonnenatmosphäre gleichzeitig ab. Sunrise-3 ermöglicht den Wissenschaftlern damit, physikalische Prozesse zu untersuchen, die Energie von der unteren, durch Konvektion dominierten Photosphäre der Sonne, hinauf in die Chromosphäre transportieren, wo das Magnetfeld einen stärkeren Einfluss auf das Sonnenplasma ausübt. Solche Prozesse sind entscheidend für unser Verständnis der Sonnenaktivität, die über die UV-Strahlung und das Weltraumwetter auch einen Einfluss auf die erdnahe Umgebung hat.

Mithilfe des Falcon-CNC-Messmikroskops von Vision Engineering werden die Kamerasensoren des am MPS entwickelten Instruments für den UV-Bereich vermessen. Die Sensoren des „Sunrise UV Spectropolarimeter and Imager“ (Susi) sind auf eine hohe UV-Empfindlichkeit,



Mithilfe des Falcon-CNC-Messmikroskops von Vision Engineering werden die Kamerasensoren des am MPS entwickelten Instruments für den UV-Bereich vermessen.



Die Sensoren des „Sunrise UV Spectropolarimeter and Imager“ (Susi) sind auf eine hohe UV-Empfindlichkeit, hohe Bildrate (48 Bilder/s), ein großes Bildfeld (2k x 2k Pixel) und extrem geringes Rauschen optimiert, um die schwachen Polarisations-signale im Sonnenspektrum zu registrieren.

hohe Bildrate (48 Bilder/s), ein großes Bildfeld (2k x 2k Pixel) und extrem geringes Rauschen optimiert, um die schwachen Polarisations-signale im Sonnenspektrum zu registrieren. Der gleiche Sensortyp wird auch für die anderen beiden Sunrise-3-Instrumente eingesetzt, mit einer für den jeweiligen Spektralbereich optimierten Empfindlichkeit.

### Messmikroskop ermöglicht ein präzises Positionieren

Das CNC-Messmikroskop ermöglicht ein präzises Positionieren des Sensors zum Platinenträger beziehungsweise der Fokalebene. Hierdurch wird sichergestellt, dass Bildebene und Eintrittsebene der Bildinformation im Gleichklang sind. Ebenso stellt es sicher, dass beispielsweise die Ebene des Sensors links oben mit der Ebene rechts unten korrespondiert. Gleiches gilt für die Verdrehung des Sensors zur Platine nach einem Lötprozess mit Legierungen, die einen sehr engen Schmelzbereich der einzelnen Bestandteile haben.

Für das Falcon-Videomesssystem – sowohl manuell als auch CNC gesteuert – sprachen die einfache intuitive Bedienung auch von komplexen Anwendungen, die kompakte Bauweise und die Möglichkeit der Reinraum-Adaption via Joystick, entkoppelt von den restlichen Peripheriegeräten.

Vision Engineering ist langjähriger Partner und möchte das MPS auch künftig bei der Instrumentenentwicklung leistungsfähigerer und noch besserer UV-Spektrometer unterstützen. Ziel von künftigen Entwicklungen ist eine noch höhere, empfindlichere Auflösung und noch besserer Licht-Spektren-Abbildung.

Durch sein Portfolio an Stereomikroskopen, Digitalmikroskopen sowie optischen und taktilen berührungslosen Mikroskopen und Messsystemen unterstützt Vision Engineering weitere Max-Planck-Institute deutschlandweit bei vielen Messaufgaben in zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten. ■

### AUTOREN

**Dipl.-Ing. (FH) Bernd Chares**

Bereichsleiter Mechanik, Max-Planck-Institut (MPS)

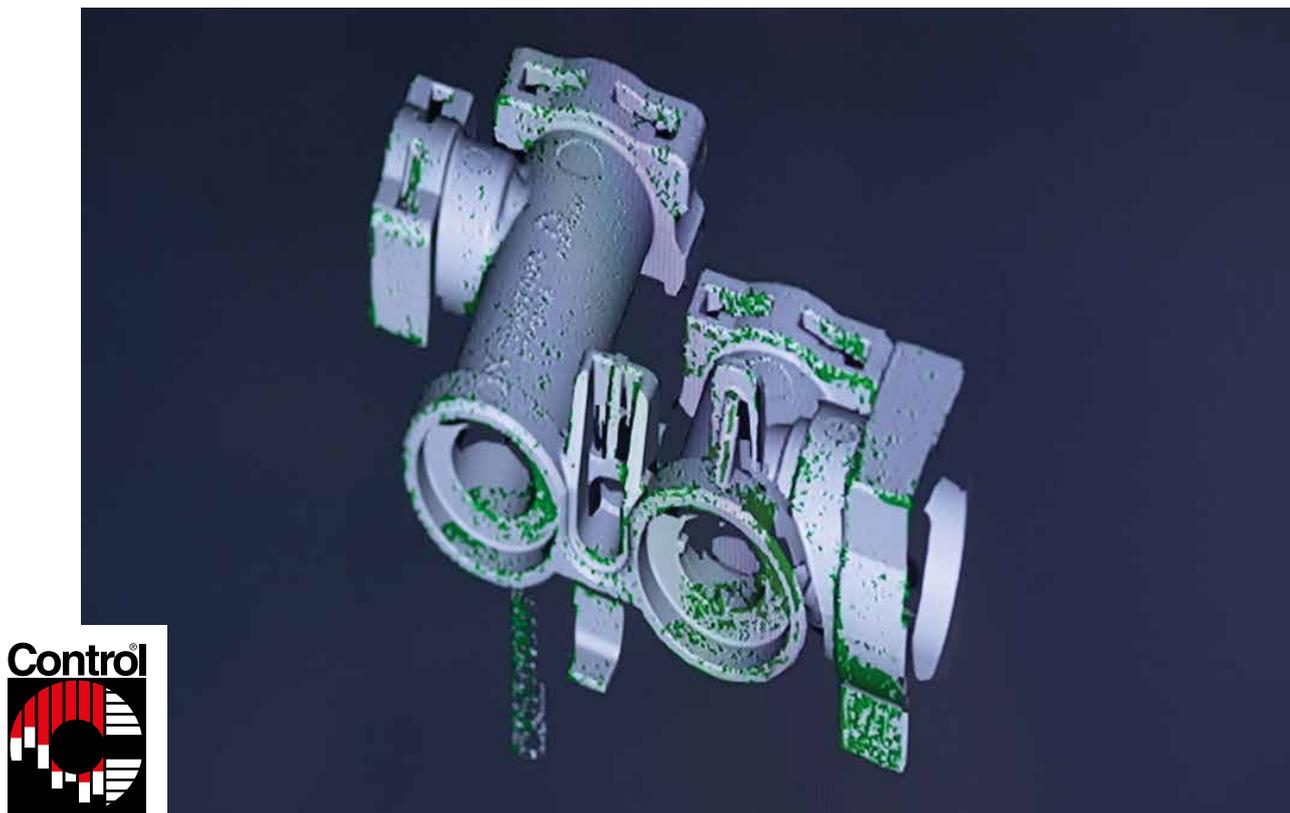
**Stefan Summer**

Central Europe Marketing Manager,  
Vision Engineering Ltd.

### KONTAKT

Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung –  
MPS, Göttingen  
Tel.: +49 551 384 979 0  
www.mps.mpg.de/de

Vision Engineering Ltd., Emmering  
Tel.: +49 8141 401 67 0  
www.visioneng.de



# Präzision in Kunststoff

Optisches 3D-Scansystem und Koordinatenmessmaschine sichern hohe Qualität des Spritzgießprozesses

**Unika im dänischen Ans ist zwar ein mittelständischer Betrieb, verfügt aber über hochspezialisiertes Wissen bei der Fertigung von Spritzgussteilen aus Kunststoff, das weltweite Kunden schätzen. Selbst Konkurrenten kaufen dort ein, wegen der unübertroffenen Qualität. Dafür sorgen Messgeräte von Zeiss, unter anderem das optische Messsystem Comet.**

Es ist vier Uhr morgens. Frank Fynbo knipst das Licht im Messraum an. Erst in gut vier Stunden wird es hier in Ans, mitten in Dänemark, hell. Erstmals einen Schluck Kaffee, dann öffnet der Leiter der Qualitätssicherung die Box, die ihm die Kollegen der Nachtschicht aus der Produktionshalle weiter oben an der Lyngbakkevej Straße zusammengestellt haben. Enthalten sind diverse Kunststoffteile und eine kompliziert geformte Metallform, eine Spritzgussform, mit der solche Kunststoffteile hergestellt werden. Während Frau und Kinder der Familie Fynbo zu Hause noch schlafen, steht Frank schon am Zeiss Comet und prüft die ersten Teile. „Ich bin gerne so früh da“, sagt der 54-Jährige, „morgens habe ich mehr Ruhe, mich auf die Messungen zu konzentrieren“.

## Präzision als Alleinstellungsmerkmal

Nach wenigen Minuten liegt das erste Kunststoff-Bauteil auf dem Drehteller und leuchtet in einem tiefen Blauviolett. Der 3D-Sensor

des Scan-Systems projiziert strukturiertes Licht auf das Bauteil, die Kamera daneben fängt die Lichtreflexe auf und anschließend ermittelt die Software mittels Triangulation die Lage jedes Punktes auf der Oberfläche – dreidimensional und auf wenige hundertstel Millimeter genau.

Betriebe, die Teile aus Kunststoffspritzguss herstellen, gibt es wie Sand am Meer. Aber nur wenige erreichen das Qualitätsniveau von Unika. Präzision ist ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal, sogar Wettbewerber bestellen hier. Zum Beispiel Grundfos. Der Weltmarktführer für Wasserpumpen im nahe gelegenen Bjerringbro stellt selbst Spritzgussteile her, bei komplizierten Teilen nutzt man aber gerne das Know-how von Unika und tauscht Messdaten aus, denn auch Grundfos verlässt sich bei der Qualitätssicherung auf Zeiss Maschinen.

Nach wenigen Minuten erscheint das virtuelle 3D-Modell eines Wasserpumpengehäuses auf dem Monitor. Ein paar Mausklicks später ist der Fehlerfarbenvergleich verfügbar,

welcher sichtbar macht, wo das Modell von den CAD-Konstruktionsdaten abweicht, die Grundfos Unika zur Verfügung gestellt hat. An den roten Stellen ist das Material zu dick, an den blauen Stellen fehlt Material. Frank Fynbo klickt auf einige Stellen im 3D-Modell und die Software gibt für diese Punkte die exakte Abweichung an. Der gelernte Werkzeugmacher, der seit 1989 bei Unika arbeitet, nickt zufrieden. Alles innerhalb der zu erwartenden Toleranzen. Vor der Anschaffung des 3D-Messsystems musste Unika die Teile an einen externen Dienstleister zur Prüfung schicken, was teuer war und länger dauerte.

## Vorsicht beim Abkühlen

Nicht immer fallen die Messergebnisse so positiv aus. Beim Spritzgießen wird bis zu 350 °C heißer Thermoplast mit bis zu 2.000 bar Druck in eine zweiteilige Form gespritzt, und die Spritzgussform kann in den größten Spritzgussmaschinen von Unika mit einer Kraft von bis zu 1.500 Tonnen zusammengehalten werden. Die Form wird von Wasser



Frank Fynbo am Zeiss Comet. Die Einrichtung des 3D-Scanners und die Messung dauern nur wenige Minuten.



Frank Fynbo begutachtet das Gehäuse einer Wasserpumpe. Ob alle Maße stimmen, kann er aber nur nach der Prüfung mit dem 3D-Sensor entscheiden.

oder Öl durchflossen, das die Temperatur kontrolliert senkt, bis das Bauteil erstarrt. Wenn es nach einer Minute von einem Roboterarm aus der Maschine geholt und auf ein Förderband gelegt wird, ist es noch so heiß, dass man es nicht anfassen kann. Erst nach bis zu 24 Stunden ist es erkaltet und hat seine endgültige Form erreicht. Bis dahin kann es sich verbiegen oder verdrillen, im ungünstigen Fall bis zur Unbrauchbarkeit. Dass das bei Unika nur selten vorkommt, liegt am umfangreichen Prozesswissen beim Spritzgießen. Und an Frank Fynbos Akribie.

Bei kritischen Teilen, unter anderem wenn die Serienfertigung für ein neues Produkt anläuft, verlässt sich Fynbo nicht allein auf die optische 3D-Messung. In seinem Messraum verfügt er noch über eine Koordinatenmessmaschine Zeiss Contura G2, mit welcher taktile Messungen vorgenommen werden. Manchmal untersucht Fynbo hier Kunststoffteile, häufiger die metallenen Spritzgusswerkzeuge, die Unika auf modernen Werkzeugmaschinen selbst herstellt. Jede Abweichung im Werkzeug würde sich später im Spritzguss potenzieren und zu Ausschuss führen.

### Maschinen im Tandem

Mit der Zeiss Contura arbeitet Fynbo seit 2010. Seit dieser Anschaffung wurde er zum Leiter der Qualitätssicherung befördert. Zu seinem Aufgabenbereich gehört noch ein ältere Portalmessmaschine Duramax des Herstellers, welche in der Werkhalle der schnellen Werkzeugkontrolle dient. Als die Messaufgaben zunahm, war es keine Frage, dass auch die nächste Maschine wieder von demselben Hersteller sein würde. „Maschine und Software haben uns überzeugt“, so Fynbo, „außerdem arbeitet unser größter Kunde Grundfos ausschließlich mit Zeiss Maschinen“.

Dank des optischen Messprinzips ergänzt das Comet System die taktile Messungen der Contura perfekt. Denn die Software des Systems, Colin3D, ist mit Calypso, der Software der taktile Maschinen des Herstellers, kompatibel. Die Daten der optischen Mes-

sung werden als STL-Datei gespeichert und in Calypso geladen. Diese bietet Optionen zur Überlagerung der optischen und der taktile Messung und macht detailliertere Aussagen über Abweichungen von Soll- und Ist-Werten. Alle Daten werden dauerhaft gespeichert und sind jederzeit verfügbar, sobald ein Kunde danach fragt.

### Kleines Teil, große Herausforderung

Seit 2017 ist das 3D-Messsystem in Betrieb. Das Bauteil, für das die Maschine damals angeschafft wurde, ist kaum größer als ein Stecknadelkopf: ein Kunststoffstift für das Scharnier eines Brillengestells. „Weil es so winzig ist, konnte ich es nicht auf dem Koordinatenmessgerät Contura messen“, erinnert sich Fynbo, „also haben wir uns für den 3D-Scanner Comet entschieden“. Dieser misst heute natürlich nicht nur Stifte für Brillengestelle, sondern eine große Palette an Kunststoffteilen oder Werkzeugen. Vier Objektivsets für unterschiedliche Messvolumina stehen dafür zur Verfügung. In einer zweitägigen Schulung bei Zeiss hat Frank Fynbo die Bedienung des 3D-Sensors erlernt. „Ich konnte gleich mit dem Messen loslegen, aber natürlich lerne ich immer noch jeden Tag dazu.“

Außerdem spielt der 3D-Scanner eine wichtige Rolle beim Reverse Engineering. Denn manchmal kommen Kunden mit einem Teil ohne CAD-Daten, manchmal sogar nur mit einem Modell aus Holz, und der Bitte: „Baut uns das aus Kunststoff.“ Wo Konstruktionsdaten fehlen, lassen sich diese mit dem Comet System nachträglich erzeugen. Das geht teilweise automatisch, das Feintuning bis zur fertigen CAD-Datei übernehmen die Konstrukteure von Unika. Das weitere Vorgehen erfolgt anschließend iterativ. Aus den Daten wird das Werkzeug gefertigt, welches zunächst mit dem System gemessen und mit den CAD-Daten verglichen wird. Ist alles in Ordnung, wird das Werkzeug in die Spritzgussmaschine montiert und einige Teile aus Kunststoff hergestellt. Diese Teile werden erneut mit dem System geprüft. Gibt es Abwei-

chungen, wird das Werkzeug nachgearbeitet und mit höherer Präzision mit der Contura gemessen. Dann werden wieder Teile gespritzt und der Ablauf beginnt von vorne. Solange, bis letztlich alles stimmt.

Frank Fynbo ist gerade in der Diskussion mit Bo Johansen, dem Firmenchef und Sohn des Gründers von Unika, über die Anschaffung einer weiteren Koordinatenmessmaschine. Diese soll in der oberen Halle stehen, in der die Produktion der Spritzgussteile erfolgt. Dort wird rund um die Uhr in drei Schichten gearbeitet, die Mitarbeiter dort können dann durchgehend die Qualität prüfen. „Und ich könnte morgens länger schlafen“, schmunzelt Fynbo.

### Über Unika

Das Unternehmen wurde 1971 von Ejvind Johansen in der Nähe des heutigen Standorts in Ans gegründet. 1979 trat sein Sohn Bo Johansen, ein ausgebildeter Werkzeugmacher, in die Firma ein, die er seit 1997 nach der Pensionierung seines Vaters leitet. An seiner Seite als Vorsitzender des Verwaltungsrats ist sein Bruder Steen Johansen, ebenfalls Werkzeugmacher, der 1984 in die Firma eintrat. Der Betrieb startete mit der Herstellung von Maschinenteilen, in den 1980er Jahren kamen Kunststoffteile dazu. Heute hat der Betrieb über 100 Mitarbeiter, 40 Spritzgussmaschinen sowie 27 Maschinen zur Fertigung von Spritzgusswerkzeugen und Ersatzteilen für andere kunststoffverarbeitende Betriebe. Das kleinste Teil, das Unika fertigt, ist ein 2 mm kleiner Stift für Brillenscharniere, das größte, ein Flügel für Maschinenventilatoren, ist 900 mm lang. ■

**AUTOR**  
Bernd Müller  
Freier Journalist

### KONTAKT

Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH,  
Oberkochen  
Tel.: +49 7364 206 336  
www.zeiss.de/industrial-metrology



# Qualität ohne Kompromisse

## 3D-Scanlösung vs. CMM in der Qualitätssicherung und -kontrolle

Dieser Artikel zeigt auf, wie Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsspezialisten in der Automobil- und Luftfahrtindustrie die Produktqualität mit 3D-Scanlösungen ohne Beeinträchtigung der Produktivität gewährleisten, die Diagnostik verbessern, gleichzeitig die Produktionsausfallzeiten begrenzen sowie die Erstmusterprüfung in einem Kontext begrenzter Ressourcen und strenger Anforderungen an hohe Genauigkeit und Auflösung beschleunigen können.

Produkte, die in der Automobil- und Luftfahrtindustrie hergestellt werden, bestehen aus Hunderten von Bauteilen, die von verschiedenen Zulieferern an unterschiedlichen Standorten und durch verschiedene Fertigungsverfahren hergestellt werden. Nach dem Zusammenbau müssen alle Bauteile zusammenpassen und korrekt ausgerichtet sein, damit die Produkte gebrauchstauglich sowie frei von Mängeln sind.

Werden beispielsweise während der Qualitätskontrolle unregelmäßige Abstände zwischen Tür und Fahrzeugkarosserie oder zwischen den Platten eines Flugzeugrumpfes gemeldet, wird die Produktion gestoppt und die Qualitätssicherung zur Inspektion aufgefordert. Dabei müssen nicht nur die Grundursache ermittelt und Qualitätsprobleme genau behoben werden, sondern es muss auch schnell eine Diagnose durchgeführt werden, da die Produktion wartet. Zudem können solche Prüfungen Tausende von Teilen und Produkten umfassen, jeweils mit unterschiedlichen Größen, Oberflächenbeschaffenheiten, Komplexitätsgraden und Geometrien.

### Kontaktfreie Koordinatenmessgeräte in der Automobilindustrie, Luft- und Raumfahrt

Ein Jahrhundert nach Henry Fords Heureka-Moment hat der technologische Fortschritt einen exponentiellen Sprung vollzogen, der die unglaubliche Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine ermöglicht und zur Produktion von 115 Autos pro Stunde geführt hat [1].

Die Qualitätskontroll- und Qualitätssicherungsprozesse müssen jedoch mit dieser Produktionskapazität Schritt halten, damit die Produktion nicht verlangsamt wird (wenn Proben geprüft werden) und damit die Ausfallzeit begrenzt wird (wenn Probleme an der Fertigungslinie lokalisiert und schnell behoben werden müssen). Die Qualitätskontrolle (QK) ist unerlässlich, um jede Ungenauigkeit zu erkennen, die die nachfolgenden Schritte in der Produktionslinie beeinträchtigen könnte. In der Großserienproduktion werden Musterteile zur Prüfung in die Warteschlange der CMM gebracht.

Kontaktfreie Koordinatenmessgeräte (CMMs) sind äußerst genau, benötigen aber

auch Zeit. Sie müssen von geschulten und erfahrenen Mitarbeitern bedient werden – schwer zu finden auf dem heutigen Arbeitsmarkt. Da solche Messtechnik schwer zugänglich und im Allgemeinen durch alle möglichen Tests und Kontrollen überlastet ist, sind Engpässe die Regel. Diese führen häufig zu Produktivitätsproblemen, selbst wenn die geprüften Teile den Anforderungen entsprechen. Kurz gesagt: Die Produktion wartet auf die Prüfung der Teile, die wiederum auf die Verfügbarkeit der CMM warten.

**Frage: Ist es möglich, bestimmte Prüfungen zu verlagern, um die CMM zu entlasten?**

### Qualitätssicherung (QS)

Wenn Probleme von der Qualitätskontrolle oder der Produktion ermittelt werden, ergreifen die QS-Spezialisten Maßnahmen, führen eine Ursachenanalyse durch (oft unter Druck, weil die Produktion gestoppt wurde) und nehmen schnell Korrekturmaßnahmen vor, um die Ausfallzeiten zu begrenzen. Dabei müssen sie herausfinden, warum zum Beispiel ein unregelmäßiger Abstand zwischen Autotür und Karosserie besteht, warum ein Scheinwerfer nicht in den Rahmen eines Autos passt oder warum eine geschlossene Motorhaube eine unebene Form hat.

**Frage: Diese Inspektionen müssen unter Umständen an Tausenden von Teilen mit unterschiedlichen Größen, Formen und Oberflächenbeschaffenheiten durchgeführt werden. Gibt es ein Werkzeug, das sich besser für die Qualitätssicherung eignet und die Vorteile der 3D-Visualisierung und der Farbkartierung nutzen kann, um Abweichungen schnell zu erkennen?**

### Erstmusterprüfung (FAI)

Wie der Name schon sagt, verlangt eine Erstmusterprüfung die vollständige Inspektion der Teile vor Beginn der Produktion. Da alle Merkmale gemessen und überprüft werden müssen, nimmt sie viel Zeit in Anspruch, insbesondere wenn die komplette FAI auf der CMM durchgeführt wird.



©Creaform



©Creaform

Alternative zur CMM: MetraScan 3D bei der Inspektion eines Automobilteils

### Frage: Ist es möglich, weniger kritische Messungen auf ein anderes Messinstrument umzuleiten und nur die für die Prüfung entscheidenden Abmessungen auf der CMM durchzuführen?

#### Luft- und Raumfahrtindustrie

Von Rippen und Längsbalken bis hin zu Fahr- und Triebwerken bestehen Flugzeuge aus Millionen von Bauteilen, die von Tausenden von Unternehmen in vielen verschiedenen Ländern der Welt hergestellt werden. Da die Luft- und Raumfahrtindustrie auf eine Vielzahl von Zulieferern und Subunternehmern angewiesen ist, die verschiedene komplexe Teile mit speziellen Oberflächen und Behandlungen bauen müssen, muss die Qualität über die gesamte Lieferkette hinweg sichergestellt werden, wobei die Produktionsvorlaufzeiten eingehalten und die Kosten unter Kontrolle gehalten werden müssen.

Da die Leistungskriterien und Toleranzen in der Luft- und Raumfahrt noch restriktiver sind, müssen kritische Merkmale mit der CMM kontrolliert werden. Diese muss von spezialisierten Mitarbeitern programmiert und bedient werden. Da ältere Mitarbeiter in den Ruhestand gehen, befürchten viele Unternehmen, dass es in der Belegschaft nicht genügend Personal mit den richtigen Fähigkeiten gibt. Mangelnde Erfahrung und unzureichende Ausbildung für den Betrieb von CMMs sind eine Herausforderung für Hersteller, die alle von den Industrienormen geforderten Prüfungen durchführen müssen.

Die Qualitätskontrolle muss sehr sorgfältig durchgeführt werden, da die Auswirkungen eines Fehlers für die Luft- und Raumfahrtindustrie generell größer sind. Selbst wenn das Produktionsvolumen kleiner ist, sind die Kosten bei möglichen Schäden höher. Die Geschichte der Boeing 737 Max veranschaulicht die Konsequenzen, denn laut Medienberichten kostet ein Startverbot für den Flugzeugtyp American und Southwest Airlines mehr als 1 Milliarde Dollar an Umsatz- und Effizienzverlusten [2]. Daher ist die Zugänglichkeit der CMM wichtig, um die

Kontrolle kritischer Maße zu gewährleisten. Wenn die CMM aufgrund von Engpässen, die durch die Kontrolle weniger wichtiger Merkmale verursacht werden, nicht verfügbar ist, kann dies die Teilequalität sowie die Produktionsvorlaufzeit und die Herstellungskosten beeinträchtigen.

Daher muss die CMM nicht nur für die Qualitätskontrolle zur Verfügung stehen, sondern auch für die Durchführung von Erstmusterprüfungen, insbesondere bei kritischen Maßen neuer Teile, die industrialisiert werden sollen. Je mehr neue Teile es gibt (wie so oft bei neuen Programmen), umso mehr FAls müssen ausgeführt werden und umso mehr Zeit – und Personal – muss für den Betrieb der CMM zur Verfügung stehen. Es sei denn, es gibt eine alternative Lösung, die einfacher zu benutzen und für weniger kritische Maße ziemlich genau ist.

#### Alternative Lösung zur CMM

Um die Produktqualität zu gewährleisten, die Diagnose zu verbessern und FAls zu beschleunigen, benötigen die Automobil- und Luftfahrtindustrie eine alternative Messlösung zur Unterstützung der CMM, die den QK- und QS-Fachleuten Genauigkeit, Geschwindigkeit, Tragbarkeit, Vielseitigkeit und Verständlichkeit bietet.

**Genauigkeit:** Die Qualität der Messungen ist wesentlich, um die zuvor der CMM zugewiesenen Prüfungen zu übernehmen. Zudem muss die Alternativlösung genaue, hochauflösende und wiederholbare Ergebnisse liefern, unabhängig von der Qualität des Messaufbaus, unbeständigen Umgebungsbedingungen und dem Erfahrungsniveau des Benutzers.

**Geschwindigkeit:** Da die CMM langsam arbeitet und die Programmierung Zeit braucht, muss die alternative Lösung schneller arbeiten. Ebenso sollte sie eine schnelle Einrichtung, Echtzeit-Scans und einsatzbereite Dateien ermöglichen, damit QS- und QK-Fachkräfte sich ihre wertvolle Zeit für die Erfassung und Analyse aufsparen können. Dadurch werden die QS-Analyse und die FAls

beschleunigt und gleichzeitig werden die Produktionsausfallzeiten begrenzt.

**Tragbarkeit:** Da Untersuchungen oft direkt an der Produktionslinie stattfinden, müssen die QS-Spezialisten mit einem Gerät ausgestattet sein, das unter verschiedenen Umgebungsbedingungen arbeiten kann, ohne dass die Leistung oder Genauigkeit beeinträchtigt wird. Im Gegensatz zur CMM, die in einer kontrollierten Umgebung aufbewahrt werden muss, muss das alternative Messinstrument flexibel genug sein, damit man es dorthin bringen kann, wo sich das jeweilige Teil befindet.

**Vielseitigkeit:** Darüber hinaus muss die Alternativlösung die Möglichkeit bieten, verschiedene Teilegrößen und -formen – wie sie in der Automobilindustrie regelmäßig vorkommen – sowie komplexe Geometrien und Oberflächenbeschaffenheiten, wie sie in der Luft- und Raumfahrtindustrie üblich sind, zu messen, beispielsweise poliertes Aluminium.

**Verständlichkeit:** Schließlich muss das alternative Messinstrument im Vergleich zur CMM einfacher zu bedienen sein und darf keine Programmierzeit erfordern, damit auch Personen ohne spezielle Ausbildung, Fähigkeiten oder Erfahrung es bedienen können.

#### Fazit

Genaue, schnelle, tragbare, vielseitige und benutzerfreundliche 3D-Scanlösungen wie die MetraScan 3D Produktreihe von Creaform sind eine Alternativlösung für QS- und QK-Fachkräfte in der Automobil- und Luftfahrtindustrie, die schnell und effizient Qualitätsprobleme beheben und Teile mit geprüfter Qualität liefern möchten.

Durch Hinzufügen eines messtechnischen 3D-Scanners zum Messgerätesatz können empfindliche Prüfungen von Maßen mit hohen Toleranzen strikt der CMM zugeordnet werden, während alle übrigen Kontrollen mit dem MetraScan 3D durchgeführt werden können. Diese Maßnahme gewährleistet nicht nur die Produktqualität über die gesamte Lieferkette, sondern verbessert auch die Diagnose von gemeldeten Qualitätsproblemen und beschleunigt die FAI in einem Kontext begrenzter Ressourcen und strenger Anforderungen. ■

#### Quellen

[1] <https://www.carmagazine.co.uk/features/car-culture/two-born-every-minute-inside-nissans-sunderland-factory-car-february-2016/>

[2] <https://www.cnn.com/2019/10/24/business/american-airlines-southwest-boeing-737-max-costs/index.html>

**AUTOR**  
Guillaume Bull  
Produktmanager

**KONTAKT**  
Ametek GmbH - Division Creaform,  
Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: +49 711 185 680 30  
[www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com)

# Optische Schüttgutsortierung mit Flächenkameras



Präzise Ausschleusung und Materialcharakterisierung durch Bildfolgenauswertung und Multiobject-Tracking



**Optische Schüttgutsortierung gilt als Schlüsseltechnologie für die Kreislaufwirtschaft und hat eine zentrale Bedeutung in der Qualitätskontrolle verschiedener Industrien. Bestehende Sortierverfahren setzen voraus, dass einzelne im Materialstrom enthaltene Partikel dem bildverarbeitenden Inspektionssystem geordnet, das heißt in gleichförmiger Transportgeschwindigkeit, zugeführt werden. Für viele Schüttgüter, zum Beispiel runderlich geformte, ist dies jedoch nur durch produktspezifische, mechanisch aufwändige Sonderlösungen oder einen erhöhten Energieaufwand möglich. Hierdurch kann die Sortierung unrentabel werden. Ein neuer Ansatz besteht darin, optische Schüttgutsortierer durch Bildfolgenauswertung und eine Bewegungsanalyse einzelner Partikel zu verbessern.**

Optische Schüttgutsortiersysteme ermöglichen die Trennung eines körnigen Materialstroms in mehrere Fraktionen. In vielen Fällen besteht die Sortieraufgabe darin, ein definiertes Produkt von Fremdkörpern, Störstoffen oder qualitativ minderwertigen Partikeln zu reinigen. Anwendungsbeispiele finden sich in der Sortierung von Kunststoffabfäl-

len, Bauabbruch und Altglasscherben sowie bei der Entfernung von Fremdkörpern in Lebensmitteln und Agrarprodukten.

In der Industrie finden sich verschiedene Systemauslegungen, welche sich hinsichtlich des Materialtransports, der Materialausschleusung und der eingesetzten Sensorik unterscheiden. Insbesondere durch die große Auswahl an verfügbaren Sensoren

sind optische Schüttgutsortierer vielseitig einsetzbar. Heute werden unter anderem schon Röntgentransmissionssensoren für die Sortierung nach Dichte und Farbkameras zur Sortierung nach Geometrie und Farbe eingesetzt. Hyperspektralkameras ermöglichen gar eine materialspezifische Sortierung. Für granulare Produkte sind pneumatische Schnellschaltventile als Separationsmechanismus fest etabliert. Auf Basis der Bildaten wird für im Materialstrom enthaltene Schlecht-Partikel ein sogenanntes Ausblasfenster berechnet, welches aus einem Array von Ventilen die passenden auswählt sowie das Zeitfenster für die Aktivierung zur Ausschleusung der Partikel beschreibt.

Eine Gemeinsamkeit aller Varianten findet sich im Einsatz zeilenscanner Sensoren. Dadurch werden die Partikel nur einmalig betrachtet und es kann keine Bewegungsinformation über individuelle Partikel abgeleitet werden.

## Erweiterung optischer Schüttgutsortierer um Bewegungsanalyse

Im Rahmen eines interdisziplinären Kooperationsprojekts zwischen dem Fraunhofer Institut für Optronik, Bildauswertung und Systemtechnik IOSB, dem Lehrstuhl für Intelligente Sensor-Aktor-Systeme des Karlsruher Instituts für Technologie und dem Lehrstuhl für Energieanlagen und Energieprozesstechnik der Ruhr-Universität Bochum wurde ein optisches Sortiersystem mit Flächenkamera entwickelt. Durch den Einsatz einer Hochgeschwindigkeitskamera werden im Materialstrom enthaltene Partikel zu mehreren Zeitpunkten betrachtet und über ein Multiobject Tracking System verfolgt. Während die Verfolgung einzelner oder weniger Objekte ein vergleichsweise einfaches Problem darstellt, ist die Verfolgung zahlreicher, dicht beieinanderliegender Partikel ein algorithmisch schwieriges Problem. Für das Anwendungsfeld optische Schüttgutsortierung müssen Tausende von Partikeln gleichzeitig verfolgt werden – und das in Echtzeit. Hierzu bedarf es hocheffizienter Algorithmen, welche auch auf Grafikkarten ausgeführt werden kann. Das Projekt wurde von der Forschungs-Gesellschaft Verfahrenstechnik als „Projekt des Jahres 2019“ ausgezeichnet.

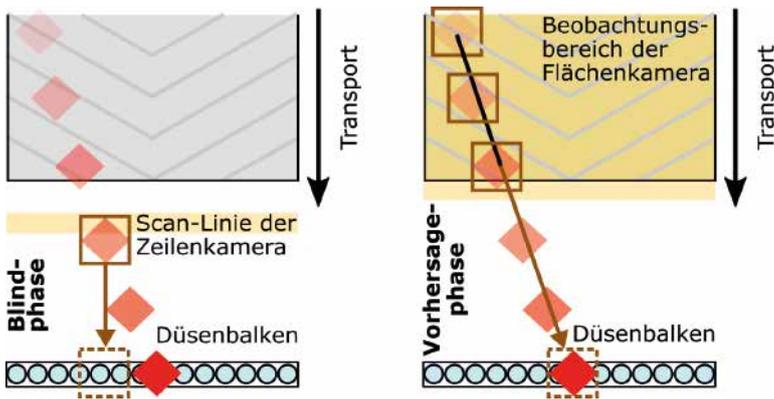


Abb. 1: Schematische Darstellung des Beobachtungs- und Separationsprozesses aus der Sicht von oben für ein System mit Zeilen- (l.) und Flächenkamera (r.). Die rote Raute stellt ein Teilchen, das ausgeschleust werden soll, zu mehreren Zeitpunkten dar. Der Kasten veranschaulicht die Lokalisierung, wie sie sich aus den Bilddaten ergibt. Der gestrichelte Kasten zeigt das berechnete Ausblasfenster. Links: Das Objekt wird von der Zeilenkamera nur einmalig erfasst, es kommt zu einem Sortierfehler. Rechts: Die Bewegung des Objekts wird durch das Tracking erfasst und die Position am Düsenbalken präzise geschätzt.

### Echtzeit Multiobject-Tracking zur Positionsschätzung

Aufgrund eines zeitlichen Versatzes zwischen Kamerasichtlinie und Separation, welcher unter anderem durch die benötigte Zeit zur Verarbeitung der Sensordaten entsteht, ist es für eine sichere Ausschleusung bei heutigen Systemen zwingend notwendig, sicherzustellen, dass sich alle im Materialstrom enthaltenen Partikel mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit bewegen. Nur so greifen während der Blindphase globale Annahmen zur Bewegung, welche aufgrund fehlender Information zum individuellen Bewegungsverhalten der Partikel alternativlos sind, zur Ansteuerung der Aktorik und somit der sicheren Ausschleusung. Kann diese Vorkonditionierung nicht eingehalten werden, resultiert dies in einem Sortierfehler wie in Abbildung 1 (links) dargestellt. Es existieren zwei Ansätze zur Entschärfung dieser Problematik, welche jedoch mit schwerwiegenden Nachteilen behaftet sind. Zum einen kann durch enormen mechanischen Aufwand, zum Beispiel produktspezifische Fördermechanismen und lange Förderbänder, eine gleichförmige Transportgeschwindigkeit unterstützt werden. Dies resultiert jedoch in gesteigerten Entwicklungs-, Anschaffungs-, Wartungs- und Unterhaltskosten. Zum anderen ist es mög-

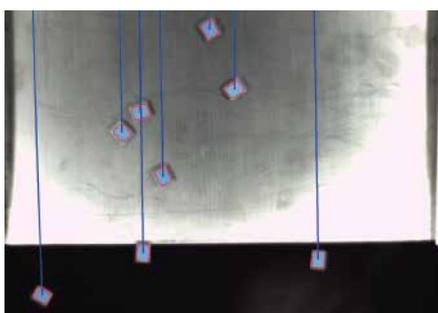


Abb. 2: Die Bewegung der einzelnen Partikel wird erfasst und analysiert, während sie die Rutsche herunterrutschen (von oben nach unten).

lich, besonders große Ausblasfenster zu wählen. Hierbei werden mehr Ventile länger geöffnet als vermeintlich nötig. Dies resultiert jedoch in einem gesteigerten Druckluftbedarf und somit erhöhtem Energieaufwand und Betriebskosten. Zudem steigt die Wahrscheinlichkeit, in der unmittelbaren Umgebung befindliche Partikel ebenfalls zu treffen und somit fälschlicherweise mit auszuschleusen. Dieses Phänomen wird auch als Beifang bezeichnet.

Durch das neue Sortiersystem und das Tracking einzelner Partikel über die Zeit können Bewegungsparameter, zum Beispiel die Geschwindigkeitskomponenten in und quer zu Transportrichtung, für jedes Partikel individuell bestimmt werden. Diese Parameter können mithilfe eines Modells genutzt werden, um zukünftige Positionen präzise zu schätzen. Für die optische Schüttgutsortierung bedeutet dies, dass die Aktorik deutlich akkurater angesteuert werden kann, wie in Abbildung 1 (rechts) dargestellt.

### Optische Prüfung nicht-optischer Eigenschaften

Neben der Nutzung für eine präzisere Ausschleusung kann die gewonnene Bewegungsinformation zur Charakterisierung einzelner Partikel eingesetzt werden. Diverse mechanische Eigenschaften einzelner Partikel können das Bewegungsverhalten während des Transports prägen. Somit wird es möglich, Partikel, welche optisch identisch sind, auf Basis der Bewegung zu unterscheiden. In aktuell laufenden Forschungsarbeiten wird die Materialcharakterisierung auf Basis von Bewegung sowohl für die optische Schüttgutsortierung als auch andere industrielle Sichtprüfaufgaben untersucht.

### Sortiersuchplattform TableSort

Zur Validierung des Verfahrens wurde eine modulare Kleinstsortieranlage genutzt, welche sowohl klassisch mit Zeilenkamera als

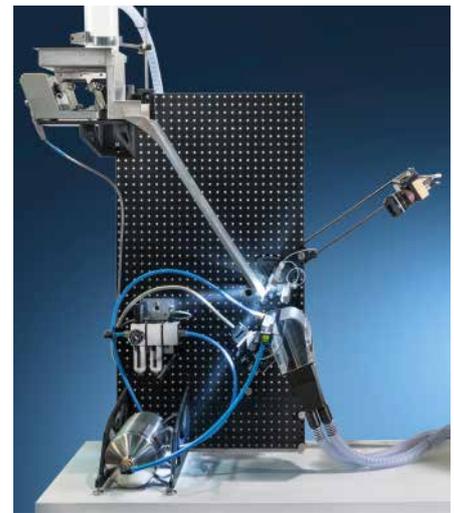


Abb. 3: Sortiersystem TableSort als Rutschensortierer

auch mit Flächenkamera betrieben werden kann, siehe Abbildung 3. Das Sortiersystem kann zudem sowohl als Band- als auch Rutschensortierer realisiert werden. Angelehnt an ein mechanisches Steckbrett können die verschiedenen Komponenten der Sortieranlage frei positioniert und so das System aufgebaut werden.

Durch im Labor durchgeführte Sortierversuche mit unterschiedlichen Produkten konnte bereits gezeigt werden, dass durch das Verfahren die Reinheit des resultierenden Produkts erheblich gesteigert werden kann. Ebenfalls zeigen die Ergebnisse, dass eine qualitativ gleichwertige Sortierung unter Verwendung von weniger Druckluft möglich ist, da die Impulse die Partikel präziser treffen. Dies hat ebenfalls zur Folge, dass weniger Beifang und somit weniger Verlust des Gut-Produkts entstehen.

Derzeit wird daran gearbeitet, das Verfahren von dem Laborsystem auf eine industriell dimensionierte Anlage zu skalieren, um wirtschaftlich relevante Materialdurchsätze zu erzielen. ■

#### AUTOREN

**M. Sc. Georg Maier**  
wiss. Mitarbeiter

**Dr.-Ing. Robin Gruna**

Themenfeldleiter Abt. Sichtprüfsysteme

#### KONTAKT

Fraunhofer-Institut für Optronik,  
Systemtechnik und Bildauswertung IOSB,  
Karlsruhe  
Tel.: +49 721 6091 649  
georg.maier@iosb.fraunhofer.de  
www.iosb.fraunhofer.de

#### WEITERE INFORMATIONEN

www.inside-schuettgut.de

