

17. JAHRGANG  
JUNI 2016

3

76 963

# inspect

Angewandte Bildverarbeitung und optische Messtechnik

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

TITELSTORY:

Punkt-Pyrometer und  
Wärmebildkameras  
im Vergleich

SCHWERPUNKTE:

Automotive  
Licht & Optik  
inspect award 2017

**Vision:**

Vom Objekt zum Objektiv –  
Auswahl und Bewertung  
telezentrischer Objektive

**Automation:**

Mit absoluter Sicherheit sicher –  
Der Einsatz der Bildverarbeitung in  
der Produktion von Bremssystemen

**Control:**

Give me five! –  
Fünf Tipps zur Entlastung von  
Koordinatenmessgeräten

Partner von

 **VISION**  **AUTOMATICA**



**GIT VERLAG**

A Wiley Brand



# Avizo® Inspect

3D Software zur digitalen industriellen Inspektion.

Mit Avizo Inspect verkürzen Sie Ihren Entwicklungszyklus und die Inspektionszeiten. Gleichzeitig erfüllen Sie höhere Standards bei geringeren Kosten.

- Dimensionales Messen mit innovativen Werkzeugen
- Umfassende Inspektions-Workflows zur Fehlererkennung und -Charakterisierung
- Einfache Gestaltung von Inspektions-Abläufen
- Automatisierung komplexer Inspektionsszenarios
- Berichterstellung und Rückverfolgbarkeit
- Soll-Ist-Vergleich durch Integration von CAD-Modellen
- Reverse-Engineering-Workflows für additive Fertigung
- Vollständige Inline-Integration in den Fertigungsprozess

# Der Sommer der Champions

Wenn Sie diese Zeilen lesen, dann ist die Fußball-EM bereits in vollem Gange – mit hoffentlich begeisternden Spielen und erfreulichen Resultaten. Doch nicht nur in Paris und Rio werden in diesem Sommer Champions gekürt. Auch wir suchen herausragende Innovationen, die wir mit dem ersten inspect award auszeichnen wollen. Die Bewerbungsphase ist abgelaufen und die Jury hat eine Vorauswahl getroffen. In diesem Heft stellen wir Ihnen unsere 30 Nominees in den drei Kategorien Vision, Automation und Control vor. Und nun fragen wir Sie, liebe Leser: Wer hat am Ende die begehrten Trophäen verdient? Sie können jetzt online abstimmen und auch selbst dabei gewinnen.



Zu den World-Champions zählt zweifellos auch der deutsche Maschinen- und Anlagenbau, der sich im VDMA, dem größten Industrieverband Europas, organisiert hat. Darin findet sich auch die kleine, aber feine Fachabteilung Industrielle Bildverarbeitung, seit langem ein wichtiger Ansprechpartner unserer Redaktion. Beginnend mit dieser Ausgabe werden wir deshalb führenden Vertretern von VDMA-IBV die Möglichkeit geben, ihre „Perspektive“ aktueller Themen und Trends in einer eigenen regelmäßigen Kolumne darzustellen.

Champions in ihrer Liga sind nach wie vor auch die Unternehmen der deutschen Automobilindustrie, trotz des zuletzt leicht angekratzten Images. Gleichzeitig bilden sie den wichtigsten Zielmarkt für industrielle Bildverarbeitung und optische Messtechnik. Grund genug, dass wir uns in mehreren Beiträgen mit interessanten Anwendungen im Automotive-Umfeld befassen – u.a. mit einer Reportage vor Ort beim Bremsenzulieferer Continental. Viele „Hidden Champions“ gab es schließlich auch auf der Control in Stuttgart zu entdecken. In einer ausführlichen Nachlese möchten wir Ihnen deshalb gerne präsentieren, was uns bei unseren Besuchen und Gesprächen an den Messeständen besonders ins Auge fiel.

Mit dieser Ausgabe geht die inspect in eine kurze Sommerpause bis September – was nicht zwangsläufig gleichbedeutend mit Betriebsurlaub für die gesamte Redaktion ist. Wir bleiben natürlich für Sie „am Ball“ – womit wir wieder bei der schönsten Nebensache der Welt angelangt wären. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen nun zunächst eine spannende Lektüre dieses Heftes und dann einen äußerst entspannten Sommer – ganz gleich, ob auf dem Balkon, beim Public Viewing oder an fernen Gestaden!

Joachim Hachmeister

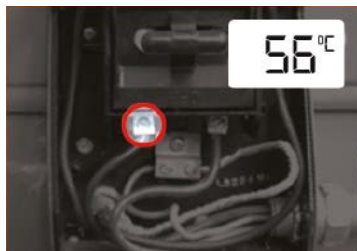
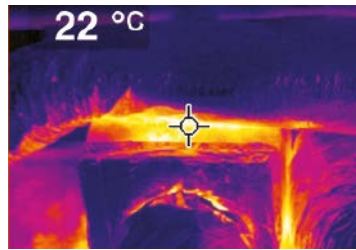
## Matrox Iris GTR



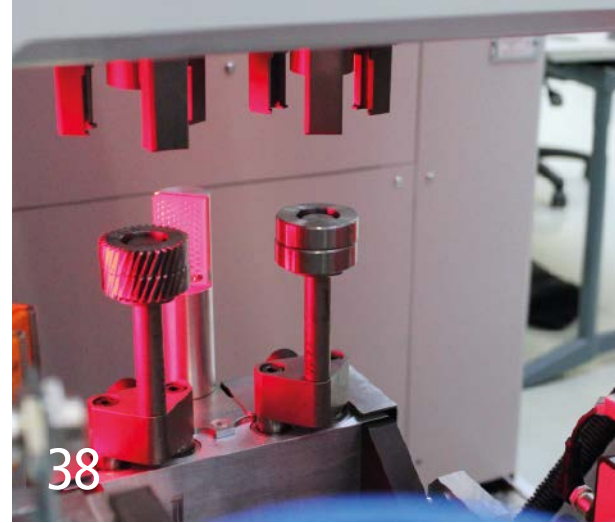
### Smartkameras klein & schnell

- **Leistungsstarke Plattform**  
Intel Celeron Dual-Core CPU  
2 GB RAM, 32 GB eMMC Speicher
- **Schnelle CMOS Sensoren**  
Onsemi Python mono und color  
VGA bis 5 Megapixel
- **Flexible Anschlüsse**  
GigE, RS-232, USB 2.0, VGA  
8x Realtime I/Os mit  
Support Rotary Encoder
- **Autofocus und LED Controller**  
Varioptic Caspian Autofocus-Linse  
LED-Intensität Beleuchtungsregelung
- **Kompakt und robust**  
staub- und wasserdicht IP67  
75 x 75 x 54 mm Gehäuse
- **OEM und Systemintegration**  
Windows Embedded Standard 7, 64 Bit  
Matrox Fedora Remix Linux, 64 Bit

oder interaktive Entwicklung mit  
Matrox Design Assistant



10 ▲ **Titelstory:** Punkt oder Fläche  
Punkt-Pyrometer und Wärmebildkameras im Vergleich



22

# Inhalt

## Topics

- 3 Editorial  
Der Sommer der Champions  
Joachim Hachmeister
- 6 News

## Titelstory

- 10 Punkt oder Fläche  
Punkt-Pyrometer und Wärme-  
bildkameras im Vergleich  
Joachim Sarfels, Frank Liebelt

## Märkte & Management

- 14 Im Markt –  
Das Managerinterview  
Das Comeback des Menschen  
im Wandel automatisierter  
Produktionsprozesse  
Mit Valentina Volta, Geschäfts-  
führerin von Datalogic, sprach  
inspect über die Veränderungen  
im Markt.
- 16 Perspektive  
VDMA Industrielle  
Bildverarbeitung  
Die Bildverarbeitung und die  
Industrie 4.0 Debatte  
Horst Heinol-Heikkinen

## Vision

- 18 Vom Objekt zum Objektiv  
Auswahl und Bewertung  
telezentrischer Objektive  
Claudia Link
- 21 Neue Perspektiven  
für Mobile Monitoring
- 22 Den Moment einfrieren  
High-Speed Imaging ermöglicht  
einzigartige Einblicke in Prozesse  
Maciej Stankiewicz,  
Chris Softley, Chris Yates
- 25 Beleuchtungsintegration  
leichtgemacht
- 26 360°-Oberflächenprüfung
- 27 Produkte
- 32 inspect award  
Nominees Kategorie Vision

## Automation

- 34 inspect vor Ort ...  
bei Continental in  
Frankfurt/Main  
Mit absoluter Sicherheit  
sicher  
Der Einsatz der Bildverarbeitung  
in der Produktion von Brems-  
systemen  
Bernhard Schroth
- 38 Wer bremst – verliert  
Schnelle Werkstückprüfung für  
Hochgeschwindigkeitswälz-  
fräsmaschine  
Janina Guptill
- 40 Produkte
- 42 inspect award  
Nominees Kategorie  
Automation

Partner von:





Bild: iStock.com/Firstsignal

## FILTER SOLUTIONS for Any System



**Largest Off-the-Shelf Offering:** 3000+ mounted & unmounted filters in stock & ready to ship

**Lens Filters:** Threaded sizes: M13.25-M105 & Slip Mounts to accommodate lenses without filter threads

**Camera Filters:** 25.4" C-Mount filters thread between lens & sensor. Unmounted shapes & sizes to suit any camera

**Custom Fabrication:** Filters can be laser cut, diced or ground to any shape or size; 1mm sq. to 600mm diameter

## inspect award 2017 nominees

32, 42, 64

### Control

- 44 Control Messenachlese
- 50 Hochgeschwindigkeitsmikroskopie zur Qualitätskontrolle  
Piezoantriebe in echtzeitfähigen Autofokus-Systemen erweitern das Anwendungsspektrum von Mikroskopieverfahren  
Friedrich Schenk, Steffen Arnold, Ellen-Christine Reiff
- 53 Optische Module für 5-Achsensystem
- 54 Den entscheidenden Moment im Blick  
Optische Multisensorik für zeitkritische Schwingungsmessungen  
Jörg Sauer, Ellen-Christine Reiff
- 56 CT-Automat für das Prüflabor  
Ein schnelles Prüfsystem für die Qualitätssicherung  
Felix Porsch
- 58 Give me five!  
Fünf Tipps zur Entlastung von Koordinatenmessgeräten  
Viktoria Lafer
- 60 Produkte
- 63 Eine Maschine für alles
- 64 inspect award Nominees Kategorie Control

### Non Manufacturing

- 66 Gesichtserkennung und Head-Tracking in eingebetteten Systemen  
Personalisierung und blickbasierte Benutzerschnittstellen  
Lenka Ivantysynova, Tobias Scheffer

### Vision Places

- 69 News
- 72 3. VDI-Fachkonferenz „Industrielle Bildverarbeitung“
- 73 Kalender
- 74 Index
- 74 Impressum



# News



## Neuer Leiter für Vertrieb und Marketing

Ab sofort ist Harald Hopfgartner als neuer Leiter für Vertrieb und Marketing bei Nextsense im Einsatz. Er tritt damit die Nachfolge von Franz Schiep an, der nach dem erfolgreichen Aufbau eines internationalen Vertriebsnetzes in Pension geht.

Hopfgartner verfügt über eine große Expertise im Vertrieb und kennt das Unternehmen bereits seit der Gründung. In seiner vormaligen Funktion als Consultant zählte Nextsense zuerst zu seinen Kunden, bis er 2009 als International Sales Manager in das Unternehmen einstieg. In dieser Position war er für die weltweite Akquirierung von Kunden und Vertriebspartnern zuständig. In den letzten sieben Jahren arbeitete er an der Seite von Franz Schiep und übernahm dessen Stellvertretung.

[www.nextsense.at](http://www.nextsense.at)

## Sick steigert Umsatz um mehr als 15 %

Der Sick-Konzern hat seine erfolgreiche Unternehmensentwicklung auch im 70. Jahr seines Bestehens fortgesetzt. Im Geschäftsjahr 2015 beschäftigte das Unternehmen 7.417 Mitarbeiter und erzielte einen Umsatz von 1,3 Mrd. €. Das Ergebnis vor Zinsen und Steuern (EBIT) betrug 129 Mio. €. Der Umsatz stieg um 15,3 %; der Auftragseingang wuchs um 13,2 %. Nach einem eher verhaltenen Start zogen sowohl Umsatz als auch Auftragseingang im Laufe des Jahres an.

Das starke Umsatzwachstum spiegelt sich im Ergebnis vor Zinsen und Steuern (EBIT) wider: Das EBIT betrug 129,1 Mio. € und wuchs mit einem Plus von 25,1 % stärker als der Umsatz. Hier machten sich erneut Währungseinflüsse, aber auch ein verbesserter Materialeinsatz in der Produktion bemerkbar. Die EBIT-Marge bezogen auf den Umsatz erreichte folglich einen zweistelligen Wert und belief sich auf 10,2 % (Vorjahr: 9,4 %). Nach Abzug der Steuerbelastung bleibt – u.a. auch aufgrund der günstigen Entwicklung des Zinsniveaus – ein Jahresergebnis in Höhe von 90,8 Mio. €. Dies kommt einem Plus von 30,1 % gegenüber 2014 gleich. Die Netto-Umsatzrendite stieg auf 7,2 % (Vorjahr: 6,3 %).

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



## Neue Produktionsstätte in Ungarn

Datalogic hat in Balatonboglár, Ungarn, eine neue Produktionsstätte eröffnet. Auf 7.000 m<sup>2</sup> werden vorwiegend Produkte für den Bereich Fabrikautomation gefertigt. Das Unternehmen ist bereits seit 2003 in Ungarn aktiv und betreibt, zunächst als Joint Venture mit dem Unternehmen Fonyton kft., dann eigenständig als Datalogic Ungarn kft., in dem

Werk in Fonyod die Montage und die finale Inspektion für eine Reihe von Produkten. Mit der Entscheidung, die Präsenz in Ungarn auszubauen, wurde nun ein neues, modernes Werk in Balatonboglár errichtet, das Datalogic zu einem wichtigen Produktions-Hub in Europa ausbauen möchte.

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

## Hexagon übernimmt Aicon 3D

Hexagon hat Aicon 3D Systems gekauft. Der Anbieter optischer und portabler berührungsloser 3D-Messsysteme für die industrielle Fertigung wird von Hexagon vollständig übernommen. Der

Umsatz des Unternehmens im Jahr 2015 beläuft sich auf etwa 19 Mio. €. Weltweit hat Aicon über 140 Mitarbeiter. Das Unternehmen verfügt über Tochtergesellschaften in China, Korea, Japan und den Vereinigten Staaten sowie über ein internationales Netzwerk von Vertriebspartnern.

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



## USB 3.0 Industriekamera siegt beim Red Dot Award

Die USB 3.0 Industriekamera USB 3 uEye XC des Herstellers IDS Imaging Development Systems wurde mit dem Red Dot Award: Product Design 2016 prämiert, der internationalen Auszeichnung für hohe Designqualität. Die eigenwillige Geometrie, die ein vielförmiges Profil entstehen lässt, überzeugte die Jury.

[www.ids-imaging.de](http://www.ids-imaging.de)



Lichtleiter- und LED- Beleuchtungen für  
optische Mess- und Prüfsysteme  
D-90584 bei Nürnberg

faseroptik

faseroptik Henning GmbH

[kontakt@faseroptik-henning.de](mailto:kontakt@faseroptik-henning.de)

LED-Beleuchtungen made in Germany

IMAGING LIGHT TECHNOLOGY

**BÜCHNER**

[www.buechner-lichtsysteme.de/inspect](http://www.buechner-lichtsysteme.de/inspect)

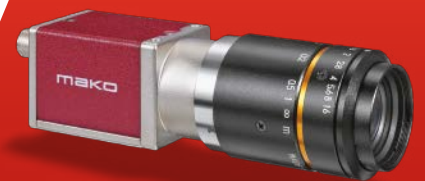


# Sie suchen die perfekte Kamera zum passenden Preis.

RICHTIGER  
PREIS

RICHTIGE  
KAMERA

Auch eine kostengünstige Kamera kann Ihre Erwartungen an Leistungsfähigkeit erfüllen. Die Mako-Kameras bieten Ihnen genau die Lösung, die Sie benötigen, zu einem Preis, der in Ihr Budget passt. Zögern Sie nicht, sprechen Sie Allied Vision an und sagen Sie uns, was Sie von Ihrer nächsten Kamera erwarten.



👉 Entdecken Sie, wie preiswert die Mako sein kann:  
[AlliedVision.com/Mako-Kamera](http://AlliedVision.com/Mako-Kamera)

 **Allied Vision**  
Your image is everything

### Neues Mitglied im Mobotix-Aufsichtsrat

Im Zuge der Übernahme der Aktienanteile von 65 % der Mobotix durch Konica Minolta wurde Kunihiko Koshizuka, Director und Senior Executive Officer von Konica Minolta, als neues Mitglied des Aufsichtsrats bestellt. Der Vorstand freut sich auf die Zusammenarbeit mit Kunihiko Koshizuka, der im Vorstand der Konica Minolta den Technologie- und Forschungsbereich verantwortet. Er folgt auf Willi Fallo-Burghardt, der sein Amt im Aufsichtsrat niedergelegt hat. Weitere Mitglieder des Aufsichtsrats sind Sabine Hinkel und Dr. Ralf Hinkel. [www.mobotix.com](http://www.mobotix.com)



### Online-Shop eröffnet

Micro-Epsilon bietet seinen Kunden jetzt, zusätzlich zum gewohnten Service, die Möglichkeit, hochpräzise Sensorik online zu erwerben. Wer online bestellt soll exklusive Vorteile erhalten. Die Vorteile der Online-Bestellung liegen dabei besonders in der schnellen Lieferung, in den Preisen und dem unkomplizierten Bestellvorgang, der rund um die Uhr möglich ist.

Auf der Internetseite finden sich aktuelle Modelle an Infrarotsensoren, Laser-Wegsensoren, Seilzugsensoren, magneto-induktiven Sensoren und Wirbelstromsensoren. Zu allen Produkten finden sich Informationen. Alle Produkte im Shop sind lagernd und sollen „innerhalb kürzester Zeit“ beim Besteller eintreffen. [www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

### Strategische Partnerschaft

Die Firmen Adimec und Rauscher haben eine langfristige strategische Kooperation vereinbart: Rauscher ist ab sofort der offizielle Distributor für Adimec Kameras in Deutschland und Österreich. „Als Distributor mit hoher Engineering-Kompetenz bieten wir OEM-Kunden und Systemintegratoren in jedem Bereich der Bildverarbeitung passende Lösungen zur jeweiligen Aufgabe. Mit Adimec haben wir einen starken Partner für das Segment der hochauflösenden, schnellen Kameras mit exzellenter Bildqualität gewonnen“, erläutert Raoul Kimmelman, Geschäftsführer von Rauscher. [www.rauscher.de](http://www.rauscher.de)

### Jugend forscht: Deutsches Team erringt 12 Preise

Bei der 67. Intel International Science and Engineering Fair (Intel ISEF) in Phoenix, Arizona, hat sich das 19-köpfige deutsche Team erfolgreich präsentiert und insgesamt 12 Preise gewonnen. Die Preisträger von Jugend forscht waren in den USA beim weltweit größten naturwissenschaftlichen Schülerwettbewerb mit 11 innovativen Forschungsprojekten an den Start gegangen. An der Intel ISEF, die vom 8. bis 13. Mai ausgetragen wurde, nahmen mehr als 1.700 junge Wissenschaftler aus über 75 Ländern teil.

Zum Beispiel haben die Jugendforscht-Bundessieger Myrijam Stoetzer (15) und Paul Foltin (16) aus Duisburg die Jury mit ihrem selbst konstruierten Spezialrollstuhl überzeugt, der ausschließlich durch die Bewegung der Augen gesteuert wird. Die beiden Jungforscher erhielten einen mit 1.500 US-\$ dotierten zweiten Preis im Fachgebiet Embedded Systems. Darüber hinaus wurden sie mit dem First Life Science Award von Sigma Xi – The Scientific Research Society in Höhe von



2.000 US-\$, dem Preis der China Association for Science and Technology (CAST) im Wert von 1.200 US-\$ sowie einer Honorable Mention der Association for the Advancement of Artificial Intelligence ausgezeichnet. [www.jugend-forscht.de](http://www.jugend-forscht.de)



### Webseite neu gestaltet

Edmund Optics hat seine Webseite neu gestaltet. So verbesserte das Unternehmen das Hauptmenü, das nun direkten Zugriff auf den Produktbereich ermöglicht. Eine neue Suchfunktion erleichtert es, ganz gezielt zu suchen und direkt zu dem gesuchten Produkt zu gelangen. Geben Sie den gesuchten Begriff ein und das Programm schlägt bereits nach wenigen Buchstaben zahlreiche Suchergebnisse als Dropdown-Auswahl vor.

Darüber hinaus bietet die aktualisierte Website eine optimierte Suchfunktion nach Produkt-Spezifikationen. Sie können schnell und einfach Filtern und mehrere Spezifikationen in der Suche berücksichtigen – so gelangen Sie noch einfacher direkt zum gesuchten Produkt. Hier erfahren Sie mehr über die neue Suche nach Spezifikationen. Auch neu ist die Funktion des gespeicherten Warenkorb: Nutzer können die Artikel in den Warenkorb legen, die Website verlassen und jederzeit zurückkommen, um die Bestellung abzuschließen. [www.edmundoptics.de](http://www.edmundoptics.de)

### Framos Young Art Collection 2016: Aufruf zur Einreichung

Für die Young Art Collection des Bildverarbeitungsspezialisten Framos werden seit 2011 Fotografien und Werke ausgewählt, die eine Brücke zwischen Technologie und Kunst schlagen. Der Award richtet sich an aufstrebende Fotokünstler, die in ihren Bildern neue Blickwinkel einnehmen und hinter dem Offensichtlichen neue Perspektiven aufzeigen. Als Bildverarbeitungsunternehmen konzentriert sich Framos unter der Schirmherrschaft von Dr. Andreas Franz auf Fotografie als realistische und gleichzeitig abstrakte Abbildung der Wirklichkeit. Es können Fotografien, Fotocollagen und -montagen sowie experimentelle Fotokunstwerke eingereicht werden. Ein Kuratorium wählt aus allen Einsendungen den Siegerbeitrag.

Bewerbungen werden unter Zusendung einer Abbildung des Werkes, eines Abstracts (ca. 1.000 Zeichen) und der Vita bis zum 30. Juni unter [marketing@framoss.com](mailto:marketing@framoss.com) entgegengenommen. [www.framos.com](http://www.framos.com)





Die neue **Blackfly S** Kamera stellt sich vor



### Sehen was da ist

Profitieren Sie von den neuesten CMOS-Sensoren und Bildverarbeitung bereits in der Kamera.



### Mehr automatisieren

Senken Sie die Taktzeiten durch umfangreiche Steuermöglichkeiten und programmierbare Logik.



### Schneller auf dem Markt

Entwickeln Sie schneller und zuverlässiger mit unserem neuen Spinnaker GenICam SDK.



### Für die Ewigkeit

Intensive Design- und Komponenten-Tests garantieren minimale Ausfallraten.



## Gleicher Körperbau – mehr Persönlichkeit

Die Blackfly S vereint modernste CMOS-Sensoren mit unserem neuen **SPINNAKER** SDK für Ihre komplexen Bildverarbeitungsanwendungen und noch kürzere Entwicklungszeiten.

**USB** VISION   **GiGE** VISION   **GEN<i>i>CAM**

**POINT GREY**  
Innovation in Imaging

Diese Sensorauswahl ist erst der Anfang: [www.ptgrey.com/bfs](http://www.ptgrey.com/bfs)



# Punkt oder Fläche

## Punkt-Pyrometer und Wärmebildkameras im Vergleich

Wärmebildkameras unterscheiden sich von Punkt-Pyrometern durch besondere Merkmale. Sie erzeugen ein Bild und liefern Temperaturmesswerte für jeden Pixel des gesamten Bildes. Aufgrund ihrer Optiken lassen sich mit Wärmebildkameras auch Temperaturmessungen mit größerem Abstand zum Zielbereich ausführen und große Bereiche schneller überprüfen. Ist das Punkt-Pyrometer obsolet?

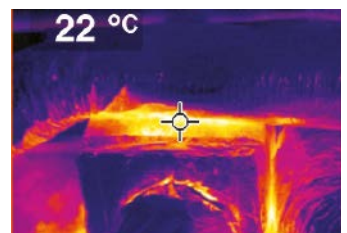
**P**unkt-Pyrometer werden auch Temperaturmesspistolen oder IR-Thermometer genannt. Da sie nach demselben physikalischen Prinzip wie Wärmebildkameras funktionieren, ließen sie sich durchaus als Wärmebildkameras mit nur einem Pixel bezeichnen. Sie sind ein nützliches Hilfsmittel bei zahlreichen Anwendungen, doch kann der Anwender damit leicht wichtige Informationen übersehen, da sie nur einen einzigen Punkt messen.

Anders als ein Punkt-Pyrometer liefern Wärmebildkameras nicht nur einen, sondern gleich Tausende Temperaturmesswerte auf einmal, nämlich einen für jeden Pixel des Wärmebildes. Das von einer Wärmebildkamera erzeugte Wärmebild entspricht also quasi tausenden Einzelmessungen mit einem Punkt-Pyrometer. Im Fall der Flir T1030sc, die zu den Spitzenmodellen für industrielle Forschungs- und Wissenschaftsanwendungen gehört, werden z. B. 786.432 Temperaturmesswerte auf einen Schlag erfasst.

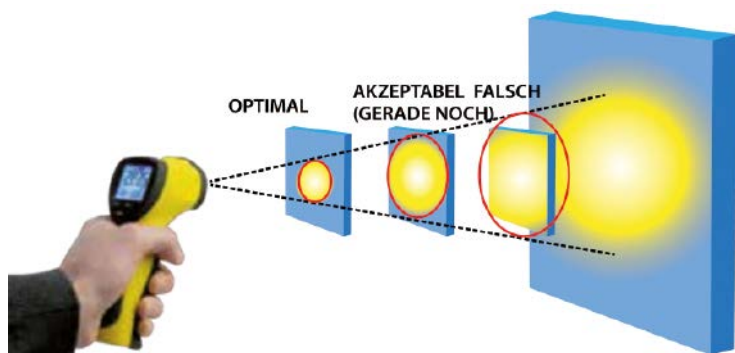
Eine Wärmebildkamera wandelt die Temperaturmesswerte auch in ein Wärmebild um. Der Anwender kann darauf auch kleine Hot-Spots sofort erkennen, die ihm höchstwahrscheinlich mit einem Punkt-Pyrometer entgangen wären. Außerdem spart der Einsatz einer Wärmebildkamera Zeit. Große Bereiche mit vielen Komponenten mit einem Punkt-Pyrometer zu überprüfen dauert sehr lange, da jede Komponente einzeln gescannt werden muss.



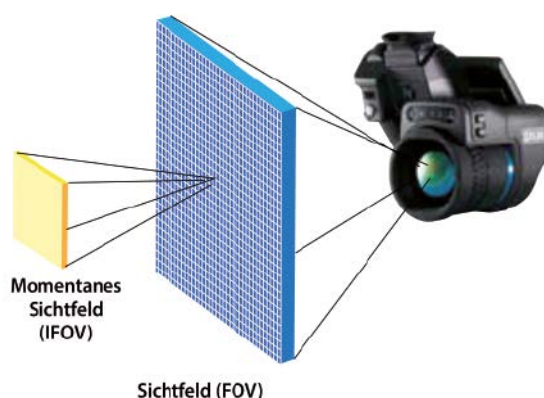
Das zeigt ein Punkt-Pyrometer.



Das zeigt eine Wärmebildkamera.



Um mit einem Punkt-Pyrometer die Temperatur eines Zielobjekts exakt messen zu können, muss dieses sich komplett innerhalb des Messpunkts befinden. Das schränkt wiederum den möglichen Abstand zwischen Zielobjekt und Messinstrument ein.



Beziehung zwischen momentanem Sichtfeld zum Sichtfeld

### Die Beziehung von Distanz und Präzision bei der Temperaturmessung

Ein weiterer Unterschied der Wärmebildkameras gegenüber Punkt-Pyrometern liegt darin, dass sich damit auch präzise Temperaturmessungen aus größerer Entfernung vom Ziel ausführen lassen. Der Abstand, mit dem das jeweilige Punkt-Pyrometer ein Ziel mit einer bestimmten Größe messen kann, wird oft als Messabstand/Zielverhältnis (D:S) oder Punktgrößenverhältnis (SSR) bezeichnet. Aber woher kommt dieser Wert eigentlich, und wofür steht er?

Die Punktgröße eines Punkt-Pyrometers gibt den kleinsten Zielbereich an, der sich mit dem jeweiligen Gerät noch exakt messen lässt. Das bedeutet, dass das Ziel-Objekt sich komplett innerhalb dieser Punktgröße befinden muss. Die von diesem Ziel abgegebene Infrarotstrahlung passiert das Objektiv des Punkt-Pyrometers und wird dort auf den Detektor projiziert. Wenn das Ziel kleiner ist als die Punktgröße, trifft zwangsläufig auch Strahlung aus den umliegenden Bereichen auf den Detektor. Dann erfasst das Gerät nicht die exakte Temperatur des Zielobjekts, sondern nur eine Mischung aus der Temperatur des Ziels und seiner unmittelbar angrenzenden Bereiche.

Je weiter ein Anwender das Punkt-Pyrometer vom zu messenden Zielobjekt weghält, umso größer wird, bedingt durch die optischen Gesetze, die Punktgröße. Je kleiner also das Zielobjekt ist, umso dichter muss er das Punkt-Pyrometer davor halten, um dessen Temperatur exakt zu messen.

Das Punktgrößenverhältnis (SSR) eines Punkt-Pyrometers legt also die zugehörige Punktgröße für einen bestimmten Abstand vom Ziel fest. Wenn das SSR eines Punkt-Pyrometers beispielsweise 1:30 beträgt, lässt sich damit die Temperatur eines Punkts mit 1 cm Ø aus einer Entfernung von 30 cm exakt messen. Ein 4 cm großer Punkt lässt sich demzufolge aus 1,20 m Entfernung messen und so weiter. Die meisten Punkt-Pyrometer besitzen ein Punktgrößenverhältnis zwischen 1:5 und 1:50. Das bedeutet, dass mit den meis-

„Ein weiterer Unterschied der Wärmebildkameras gegenüber Punkt-Pyrometern liegt darin, dass sich damit auch präzise Temperaturmessungen aus größerer Entfernung vom Ziel ausführen lassen.“

ten Punkt-Pyrometern die Temperatur eines Punkts mit 1 cm Ø aus 5 – 50 cm Entfernung gemessen werden kann.

Wärmebildkameras funktionieren ähnlich wie Punkt-Pyrometer, jedoch trifft bei ihnen die Infrarotstrahlung auf eine Detektor-Matrix, auf der jeder einzelne Pixel des Wärmebildes einem Temperaturmesswert entspricht. Deshalb geben die Hersteller von Wärmebildkameras in den meisten Fällen keinen SSR-Wert für die räumliche Auflösung ihrer Produkte an, sondern verwenden stattdessen den IFOV-Wert, der für das momentane Sichtfeld steht. Dabei definiert der IFOV-Wert das Sichtfeld eines einzelnen Detektorelements im gesamten Detektor-Array der Kamera.

Die Punktgröße berechnet sich aus dem IFOV-Wert (in mrad) dividiert durch 1.000 und multipliziert mit dem Abstand zum Ziel:

$$\text{Punktgröße} = \left( \frac{\text{IFOV}}{1000} \right) \times \text{Abstand zum Ziel}$$

Dabei werden die Punktgröße und der Abstand zum Ziel in cm und der IFOV-Wert in mrad angegeben.

Bei einem Abstand von 100 cm und einem IFOV-Wert von 1 mrad würde die Punktgröße 0,1 cm betragen. Ein 1 mm großer Punkt lässt sich also aus einer Entfernung von 1 m messen, ein 1 cm großer Punkt aus einer Entfernung von 10 m und so weiter. Das entspricht einem Punktgrößenverhältnis von 1: 1.000.

Wenn wir die vorstehende Berechnung in eine Formel bringen, in welcher der SSR-Wert durch 1 : x ausgedrückt wird, die Zahl 1 für die Punktgröße steht und die Variable x für den Abstand, dann erhalten wir daraus die folgende Formel:

$$x = \frac{1}{\left( \frac{\text{IFOV}}{1000} \right)}$$

Der IFOV-Wert wird dabei in mrad angegeben.

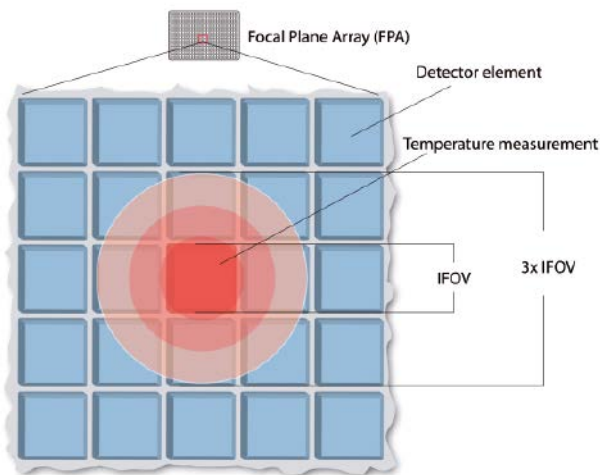
### Objektive unter perfekten und realen Einsatzbedingungen

Mit Hilfe dieser Formel lässt sich berechnen, dass eine Kamera mit einem IFOV-Wert von 1,4 mrad theoretisch einen SSR-Wert von 1:714 haben müsste, sodass man damit ein Objekt mit 1 cm Ø aus einem Abstand von 7 m messen könnte. Allerdings entspricht dieser theoretische Wert nicht den tatsächlichen Einsatzbedingungen, da Objektive unter echten Einsatzbedingungen niemals perfekt arbeiten.

Im Objektiv, das die Infrarotstrahlung auf den Detektor projiziert, kann es zu Streuungen und anderen optischen Abweichungen kommen. Man kann sich also niemals vollkommen sicher sein, dass ein Ziel auch wirklich exakt auf ein einzelnes Detektorelement projiziert wird. Zusätzlich kann die projizierte Infrarotstrahlung von benachbarten Detektorelementen „überschwappen“. Anders gesagt: Die Temperatur der Oberflächen, die das Ziel unmittelbar umgeben, kann den Temperaturmesswert beeinflussen.

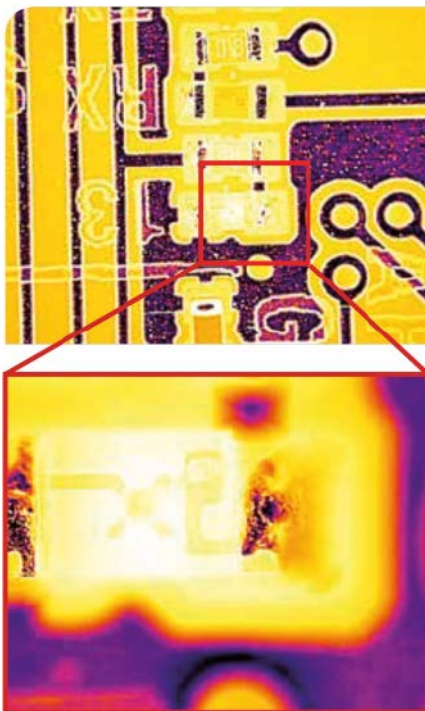
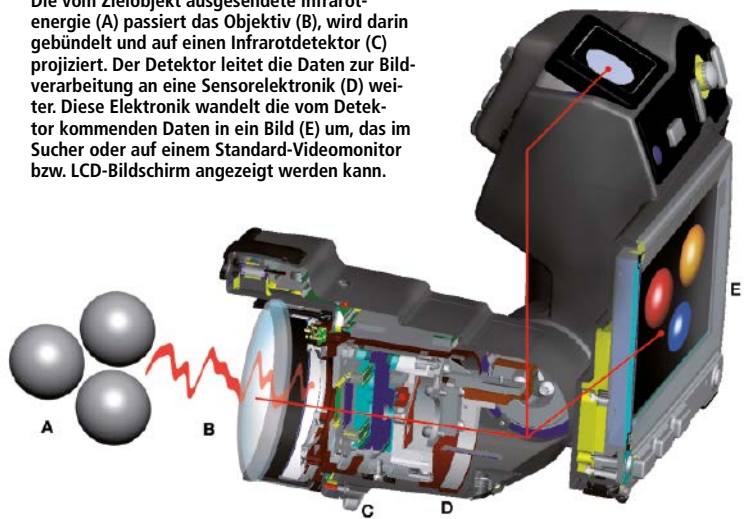
Wie schon beim Punkt-Pyrometer, bei dem sich das Ziel nicht nur komplett innerhalb der gesamten Punktgröße befinden, sondern sogar noch ein zusätzlicher Rand als Sicherheitsreserve berücksichtigt werden sollte, ist es auch bei einer Kamera mit Mikrobolometer-Detektor ratsam, eine solche Sicherheitsreserve für Temperaturmessungen einzuplanen.

Fortsetzung auf S. 12



Unter perfekten Bedingungen sollte das projizierte Ziel also mindestens einen Pixel abdecken. Um präzise Messwerte zu gewährleisten, empfiehlt es sich jedoch, einen größeren Bereich abzudecken, um die mögliche optische Streuung bei der Projektion zu berücksichtigen.

Die vom Zielobjekt ausgesendete Infrarotenergie (A) passiert das Objektiv (B), wird darin gebündelt und auf einen Infrarotdetektor (C) projiziert. Der Detektor leitet die Daten zur Bildverarbeitung an eine Sensorelektronik (D) weiter. Diese Elektronik wandelt die vom Detektor kommenden Daten in ein Bild (E) um, das im Sucher oder auf einem Standard-Videomonitor bzw. LCD-Bildschirm angezeigt werden kann.



Makro- und Mikroskop-Objektive liefern eine herausragende Detailfülle und ermöglichen das Messen von kleinen Zielpunkten. Das alles wäre mit einem Punkt-Pyrometer nur äußerst schwierig zu bewerkstelligen. Das obere Bild wurde mit einem Makro-Objektiv mit 4-facher Vergrößerung aufgenommen; das untere mit einem 15-Mikrometer-Mikroskop-Objektiv.

Dieser Sicherheitsrand wird durch den MFOV-Wert (Mess-Sichtfeld) ausgedrückt. Der MFOV-Wert bezeichnet die tatsächliche Messpunktgröße einer Wärmebildkamera oder anders gesagt den kleinsten messbaren Bereich für korrekte Temperaturmessungen. Er wird normalerweise als ein Vielfaches des IFOV-Werts – dem Sichtfeld eines einzelnen Pixels – angegeben. Bewährt hat sich der dreifache IFOV-Wert:

$$x = \frac{1}{\left(\frac{3 \times \text{IFOV}}{1000}\right)}$$

Der IFOV-Wert wird dabei in mrad angegeben.

Mit Hilfe dieser Formel lässt sich berechnen, dass eine Kamera mit einem IFOV-Wert von 1,4 mrad einen SSR-Wert von 1:238 besitzt, sodass man damit ein Objekt mit 1 cm Ø aus einem Abstand von 2,40 m messen können sollte. Dieser theoretische Wert ist mit hoher Wahrscheinlichkeit noch sehr konservativ, da die zusätzliche Sicherheitsreserve bereits berücksichtigt wurde

Punkt-Pyrometer besitzen normalerweise ein Punktgrößenverhältnis (SSR) zwischen 1:5 und 1:50. Sie haben hinsichtlich der Objektive das gleiche Problem. Wer also die technischen Daten von Punkt-Pyrometern für einen Vergleich heranzieht, sollte vorher prüfen, ob sich der SSR-Wert lediglich auf den theoretisch möglichen Wert unter perfekten Bedingungen bezieht oder bereits auf die tatsächlichen Einsatzbedingungen.

### Temperaturen aus sicherer Entfernung messen

Aber selbst unter Berücksichtigung der verschiedenen Werte für perfekte und tatsächliche Einsatzbedingungen besteht beim Messabstand zwischen Wärmebildkameras und Punkt-Pyrometern nach wie vor ein gewaltiger Unterschied. Die meisten Punkt-Pyrometer können ein Ziel mit 1 cm Ø höchstens aus einer Entfernung von 10 bis 50 cm messen. Die

meisten Wärmebildkameras können jedoch ein Ziel mit gleich großem Ø (1 cm) aus mehreren Metern Entfernung messen. Selbst die Flir E40 mit ihrer Bildauflösung von 160 x 120 Pixeln kann mit ihrem IFOV-Wert von 2,72 mrad die Temperatur eines Zielpunkts mit 1 cm Ø (1 cm) aus einer Entfernung von über 1,20 m messen. Die Flir T1030sc kann die Temperatur eines Ziels mit dieser Größe mit einem 28°-Standardobjektiv aus mehr als sieben Metern Entfernung messen. Wenn ein 12°-Teleobjektiv verwendet wird, beträgt der IFOV-Wert der selben Kamera 0,2 Milliradian. Das bedeutet, dass dieselbe Wärmebildkamera die Temperatur eines gleich großen Ziels aus einer Entfernung von fast 17 m korrekt messen kann.

### Die Wärme sehen

Ein Punkt-Pyrometer zeigt immer nur einen Messwert an. Ein Messwert, der ungenau sein könnte und auf den Anwender sich eventuell nicht verlassen können. Mit einer Wärmebildkamera kann der Anwender die Wärme hingegen mit eigenen Augen sehen. Sie liefert ihm nicht nur Temperaturmesswerte, sondern auch einen sofortigen Überblick über die Wärmeverteilung im gesamten Zielbereich. Mit dieser Kombination aus visuellen Informationen und präzisen Temperaturmesswerten können Fehler und Defekte schnell und präzise aufgespürt und erkannt werden.

### Autoren

Joachim Sarfels, Sales Manager Science, R&D-Science Division, Flir Systems

Frank Liebelt, freier Journalist, Frankfurt

### Kontakt

Flir Systems GmbH, Frankfurt  
Tel.: +49 69 950 090 0  
research@flir.com  
www.flir.com

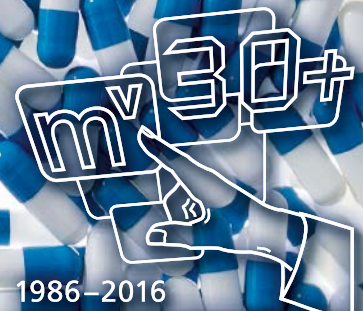
### Weitere Informationen

www.flir.com/research

# PAINKILLER

 **AUTOMATICA**  
OPTIMIZE YOUR PRODUCTION  
Halle B5, Stand 202

Die mvBlueGEMINI ist der „Blutdrucksenker“ für alle Einsteiger, Anwender und Systemintegratoren in der Bildverarbeitung, die schnell, einfach und ohne Programmieraufwand eine Inspektion konfigurieren möchten. „Out of the box“, „Plug & Work“, diesen Schlagworten wird die mvBlueGEMINI gerecht. Hardware und Software bilden eine perfekt abge-



1986–2016

We Change Your Vision

stimmte Einheit. Mit der per Browser konfigurierbaren Software lassen sich, über die benutzerfreundliche Menüführung und die Wizard-Funktion, Inspektionen visuell und intuitiv erstellen. Die „Tool-Box“ bildet die Basis. Das offene System ermöglicht Profis, bei Bedarf die „Tool-Box“ zu erweitern. **Aktuellste Features auf:** [www.mv-painkiller.de](http://www.mv-painkiller.de)

**MATRIX VISION GmbH** · Talstrasse 16 · 71570 Oppenweiler  
Tel.: 071 91/94 32-0 · [info@matrix-vision.de](mailto:info@matrix-vision.de) · [www.matrix-vision.de](http://www.matrix-vision.de)

 **MATRIX  
VISION**

ERKENNEN · ANALYSIEREN · ENTSCHEIDEN  


# Im Markt

## Das Managerinterview

Die Lust an der Innovation ist die Antriebsfeder für Datalogic. Von Anfang an hat sich das Unternehmen auf die Entwicklung von Sensoren für die industrielle Automation fokussiert. Nun bringt die Rückverlagerung von Produktionsprozessen nach Europa sowie der verstärkte Trend zum Customizing etwa in der Automobilindustrie wieder mehr Menschen in den Produktionsprozess. Mit **Valentina Volta**, Geschäftsführerin von Datalogic, sprach inspect über die Veränderungen im Markt.

**inspect:** Frau Volta, Sie blicken auf eine beträchtliche Unternehmensgeschichte zurück – Datalogic besteht bereits seit 1972. Gibt es bestimmte Werte und eine bestimmte Firmenphilosophie, auf die Sie diesen Erfolg zurückführen?

**V. Volta:** Wir bekennen uns in der Tat zu bestimmten Werten – wir haben sogar 10 solcher Werte für unser Unternehmen formuliert. An erster Stelle der drei wichtigsten dieser Werte steht die Kundenorientierung. Dabei bemühen wir uns vor allem auch darum, zu messen, wie zufrieden unsere Kunden tatsächlich sind. So wollen wir einen immer besseren Service bieten und unsere Produktqualität ständig verbessern. Der zweite dieser Werte ist die Innovation: Als High-Tech-Unternehmen geben wir 10 % unseres Umsatzes für Forschung und Entwicklung aus. Es ist uns sehr wichtig, immer an der Spitze der technologischen Entwicklung zu bleiben und die Bedürfnisse unserer Kunden vorwegzunehmen. Etwa 25 % unseres Jahresumsatzes generieren wir aus neuen Produkten. Der dritte Punkt in unserer Werteskala ist der Umstand, dass wir langfristig denken. Wie Sie wissen, sind wir an der Mailänder Börse notiert. 67 % der Anteile werden allerdings von unserer Familie gehalten – dies erlaubt es uns, in größeren Zeiträumen zu denken. Wer heute investiert, sieht womöglich zwei oder drei Jahre lang keine Ergebnisse –



## Das Comeback des Menschen im Wandel automatisierter Produktionsprozesse

um so wichtiger ist es für uns, möglichst vorauszusehen, welche Produkte und Innovationen der Kunde in zwei Jahren von uns erwartet.

**inspect:** ...das scheint bislang gut funktioniert zu haben.

**V. Volta:** Auch deshalb, weil wir – abgesehen von den genannten drei Aspekten – unsere Mitarbeiter ermutigen, jederzeit Spitzenleistungen anzustreben und dafür Verantwortung zu übernehmen. Als kundenorientiertes Unternehmen sind Innovation und langfristiges Denken das Wichtigste für uns. Dabei versuchen wir immer, einen Mehrwert für unsere Kunden zu schaffen. All das ist die Grundlage unseres Erfolgs.

**inspect:** Sie sind bereits im Besitz vieler Patente – auch dafür bedarf es ja einer aktiv betriebenen Innovationskultur?

**V. Volta:** Seit zwei Jahren haben wir einen Chief IT-Council, der ein Team von sieben Mitarbeitern in allen Regionen in Europa und den USA leitet. Es befasste sich bislang vor allem sehr erfolgreich mit dem Thema Data Harvesting. Für uns arbeiten 450 Ingenieure und jedes Jahr veranstalten wir unseren „Leonardo da Vinci Best Patent Award“, der den Wettbewerb unter ihnen anregt. Eine Kommission wertet alle neuen Patente nach 10 Kriterien aus. Hier geht es z. B. um den Innovationsgrad der Erfindung – und darum, inwieweit diese Innovation dem Unternehmen einen

Wettbewerbsvorteil verschaffen kann. Auf Grundlage dieser Kriterien wird der Preis vergeben – und der Gewinner erhält einen Scheck über 10.000 US-\$, der Zweite bekommt 5.000 und der Dritte 2.500 US-\$. Allerdings müssen die besten Ideen nicht unbedingt von Ingenieuren kommen. Manchmal kommen sie von den Mitarbeitern, die jeden Tag in Kontakt mit unseren Kunden stehen – deshalb entwickeln wir für sie ein ähnliches Programm. Von diesen Mitarbeitern erfahren wir besonders viel von den Bedürfnissen unserer Kunden. 2015 konnten wir die Zahl der Erfindungsmeldungen verdoppeln.

**inspect:** Lassen Sie uns einmal über Ihre Marktbearbeitungsstrategie sprechen. Auf welche Märkte konzentrieren Sie sich hauptsächlich mit Ihren Produkten?

**V. Volta:** Als CEO unseres Geschäftsbereichs Industrieautomation bin ich geneigt zu sagen, dass wir uns hauptsächlich auf diesen Sektor fokussieren. Unsere Abteilung befasst sich mit Fabrikautomation und E-Commerce: Viele Dinge werden auf Fließbändern bewegt. Es gibt hier noch viele ungenutzte Möglichkeiten für Datalogic, denn wir haben exzellente Produkte und der Markt ist sehr groß – vor allem in Deutschland. Deshalb ist Benjamin Westdickenberg bei uns – seit Juli 2015 ist er u.a. als Country Manager Zentraleuropa bei uns tätig.

Es ist zudem ein großer Unterschied, ob die Produktion von Menschen oder von Maschinen durchgeführt wird. Unternehmen wird heute klar, dass sie die Produktion nach Deutschland zurückholen können, weil sie mit automatisierten Systemen und 10 einheimischen Mitarbeitern besser fahren, als wenn sie in China fertigen lassen, wo 1.000 Mitarbeiter Handarbeit leisten. Diese Unternehmen können das gleiche Resultat erreichen – zu den gleichen Kosten, die für eine Produktion in China anfallen würden. Deshalb gehen wir in den nächsten Jahren von einer zunehmenden Nachfrage nach Produkten für die Fabrikautomation aus. In der Automobilindustrie geht es derzeit darum, die individuelle, kundenspezifische Konfiguration für Fahrzeuge auf die Spitze zu treiben – für dieses extreme Customizing braucht man Menschen. Und sobald es Menschen im Produktionsprozess gibt, muss man wieder Sicherheits-Vorhänge und andere Schutzrichtungen installieren – hier öffnet sich für uns also ein riesiger Markt.

**inspect:** Wie reagiert man in Asien auf diese Entwicklung?

**V. Volta:** In Asien selbst beginnen Unternehmen zu verstehen, dass sie sich nicht mehr allein auf billige Arbeitskraft verlassen können, sondern dass sie ebenfalls verstärkt auf Automatisierung setzen müssen. Beispielsweise hat Foxconn, der als Subunternehmer für die Herstellung von

Apple iPhones arbeitet, bereits überall automatisierte Systeme installiert, die mit unseren Produkten ausgestattet sind – man versteht dort, dass sie hinsichtlich Qualität und Effizienz profitieren. Automation bedeutet also eine ganze Welt enormer Nachfrage. Europa ist, wie Sie wissen, das Herkunftsland der Automatisierung – nicht die USA. Aus den USA kam die Informatik, die IT. In Europa, genauer in Deutschland und Italien, haben wir die wichtigsten Automatisierungsunternehmen für Verpackungsmaschinen und Pharmazeutika. Wir sehen deshalb Mitteleuropa als einen adäquaten Standort für unsere wichtigsten Produktionskapazitäten. So haben wir etwa ein Grundstück in Ungarn erworben, das uns ausreichend Platz für Erweiterungen bietet – das können wir nutzen, wenn wir auf ansteigende Nachfrage reagieren müssen.

**inspect:** Das Stichwort Industrie 4.0 wird in Deutschland viel besprochen – wie ist Ihre Haltung zu diesem Thema?

**V. Volta:** Ich stehe dem sehr positiv gegenüber, denn für immer mehr Produkte gilt, dass sie nicht isoliert für sich betrachtet werden können. Künftig werden diese Produkte in der Lage sein, untereinander zu interagieren, von sich aus zu kommunizieren und mit einer eigenen Form des Internets zu arbeiten. Die Produkte entlang der Fertigungskette müssen sozusagen miteinander sprechen können. Das führt dazu, dass wir Daten brauchen – ohne Produktionsdaten sind Sie verloren. Unsere Produkte werden zunehmend intelligenter und kommunizieren untereinander. Wir sind mit unserer Technologie in der Lage, dieser Entwicklung rechtzeitig zu begegnen.

**inspect:** Lassen Sie uns über Ihre Vertriebsorganisation sprechen – arbeiten Sie eher mit eigenen Kapazitäten oder setzen Sie auch auf Dienstleister?

**V. Volta:** Ich würde sagen, wir haben ein hybrides Modell. Wir besuchen viele wichtige Kunden direkt, um aus erster Hand informiert zu sein – aber wir arbeiten mit Vertriebspartnern zusammen. Es war sicherlich einer der Gründe für den Erfolg von Datalogic, auf diese Weise zu arbeiten, anstatt als riesige Firma aufzutreten. Wir haben sehr starke Partnerschaften aufgebaut mit Distributoren und Systemintegratoren, wir verkaufen also hauptsächlich über Partner. Wir unterstützen sie teils auch dadurch, dass wir den Kontakt mit einem Kunden vermitteln und dann dessen Bedarf zusammen mit dem Partner erfüllen – in anderen Fällen kommen die Partner auf uns zu und arbeiten wiederum zusammen. Wir arbeiten also zwar nicht 100 % ig im Eigenvertrieb, sind aber andererseits auch kein Unternehmen, das ausschließlich mit Partnern arbeitet. Blicken wir auf die Zahlen, dann läuft 80 % des Verkaufs über unsere Vertriebspartner – aber wir

sind über unsere Partner auch in engem persönlichen Kontakt mit unseren Endkunden. Wir sind dort präsent und wissen deshalb – vor allem in der Verpackungsindustrie – welche Lösungen unsere Kunden brauchen. Wir möchten vor allem Hersteller sein und zeigen, dass wir ein breites Portfolio haben, mit denen unsere Partner Lösungen für ihre jeweiligen Kunden bieten können. Unser Geschäft fokussiert sich also auf Sensoren, Sicherheitslichtgitter und Barcode-Leser – und für alles andere brauchen wir gute Partner.

**inspect:** Wie wird sich aus Ihrer Sicht die Kamertechnik im Retailbereich entwickeln – insbesondere als Ersatz für Bar-Code-Scanner im Supermarkt bis hin zum letztlich unbenannten Drive-in-Supermarkt?

**V. Volta:** Datalogic hat in diesem Bereich Pionierarbeit geleistet und investiert. In Eugene (Oregon, USA) betreiben wir entsprechende Forschungs- und Entwicklung in Form eines Mini-Labors. Wir haben einen „Quick Market“, ein kleines Modell-Geschäft der Zukunft, aufgebaut – dort kann man alle Innovationen persönlich besichtigen. Wir glauben, dass Imaging-Technologie, also die optische Identifizierung von Objekten anstelle der Bar-Code-Identifikation, künftig eine erhebliche Rolle spielen wird. In unserem Quick Market haben wir z.B. Kameras an der Decke angebracht, welche die Produkte im Laden identifizieren können, die nicht vom Bar-Code-System erfasst sind – etwa Obst und Gemüse. Wir glauben, dass diese Technologie das größte Potential für Datalogic hat. Wir entwickeln deshalb Vision-Technologien für den Bereich Lebensmittel und die entsprechenden Kassensysteme. Das wird noch eine Weile brauchen – aber wir glauben, dass der Traum, dass man den Lebensmittelladen mit seinen Einkäufen verlassen kann, ohne dass jedes einzelne Teil über die Kasse gezogen werden muss, bald wahr wird. Für Einzelhändler ist das die wichtigste Entwicklung im Zusammenhang mit dem Thema Zeitersparnis beim Kassieren. Seine Kunden mögen ein noch so angenehmes Einkaufserlebnis haben – wenn sie dann ewig an der Kasse angestanden haben, ist das oft das einzige, woran sie sich später erinnern werden. Schon die bereits üblichen Scannerkassen sparen ja sehr viel Zeit – aber wir glauben an weitere Verbesserungsmöglichkeiten und investieren in diese Zukunftstechnologie.

---

**Kontakt**  
 Datalogic Automation S.r.l., Holzmaden  
 Niederlassung Central Europe  
 Tel.: +49 7023 7453 100  
 info.automation.de@datalogic.com  
 www.datalogic.com/deu/index.html

---



# Perspektive

Industrielle Bildverarbeitung

## Die Bildverarbeitung und die Industrie 4.0 Debatte



**Dr. Horst Heinol-Heikkinen**  
Geschäftsführer von Asentics,  
Siegen, ist Mitglied im Vorstand der  
VDMA Fachabteilung Industrielle  
Bildverarbeitung.

Das Internet hat unser Leben grundlegend verändert. Längst hat es nicht nur unser aller Leben, sondern auch die Fabrik regelrecht erobert. Industrie 4.0 – oder das „Internet of Things“ im angelsächsischen Sprachraum – ist in aller Munde. Selbstverständlich auch im VDMA und im Vorstand von VDMA IBV. Zu Recht! Die industrielle Produktion ist im Umbruch, die intelligente Fabrik der Zukunft wird anders aussehen und gestaltet sein als heute. Die Bildverarbeitungsindustrie ist wie jede andere Branche gefragt und gefordert, ihren Platz zu finden und an der Umsetzung der „Smart Factory“ mitzuarbeiten.

### Industrie 4.0 – aus VDMA Sicht

Mit der sogenannten vierten industriellen Revolution verschmelzen IT-Technologien mit Produktionstechnologien. Menschen, Maschinen, Produktionsmittel und Produkte werden in Zukunft direkt miteinander kommunizieren. In der Umsetzung bedeutet dies, dass Unternehmen ihre Betriebsmittel, Maschinen und Logistiksysteme zunehmend in Cyber-Physical Systems (CPS) online vernetzen, bei Bedarf weltweit. Mit der resultierenden Datenkonvergenz entstehen völlig neue Möglichkeiten einer intelligenten Produktion, in der sich alle Objekte durch den eigenständigen Daten- und Informationsaustausch gegenseitig beeinflussen und bedarfsgerecht steuern. Die daraus entstehende Smart Factory ist somit Ort einer völlig neuen Produktionslogik: Die intelligenten Produkte sind identifizierbar, jederzeit lokalisierbar und kennen ihre Historie, ihren aktuellen Zustand sowie die möglichen Optionen auf dem Weg zum Endprodukt. Darüber hinaus sind die smarten Produktionssysteme mit betriebswirtschaftlichen Prozessen innerhalb des Unternehmens sowie mit externen Wertschöpfungsnetzwerken vernetzt.

### Die industrielle Bildverarbeitung – Schlüsseltechnologie für die Industrie 4.0

Die industrielle Bildverarbeitung ist nicht nur der Wegbereiter, sondern aus meiner Sicht die Schlüsseltechnologie bei den Herausforderungen der Industrie 4.0. Keine andere Komponente im Produktionsprozess sammelt und interpretiert schon heute so viele Daten wie die Bildverarbeitung. Die Bildverarbeitung avanciert vom bloßen Inspektor zum Produktionsoptimierer. Es gilt, das „Gesehene“ in jeder Phase der Produktion zu verifizieren, zu verarbeiten und die Resultate den Systemen im Wertschöpfungs-

„ Die Bildverarbeitung avanciert vom bloßen Inspektor zum Produktionsoptimierer.“

netzwerk zu übermitteln. Es ist nicht nur eine Aussage zu treffen, ob ein Teil gut oder schlecht ist, sondern in der Folge eine intelligente Handlung zu steuern. Und dazu ist gerade die industrielle Bildverarbeitung in besonderer Weise prädestiniert, weil sie das „sehende Moment“ ist. Sie alleine ist in der Lage, neben den vorgenannten Primärinformationen über die Bildauswertung auch umfangreiche und wichtige Sekundärinformationen an alle im Prozessnetzwerk agierende Systeme zu liefern. Zum Beispiel über den Zustand der Maschinen, den Verschleiß oder mögliche Wartungszyklen. Nur das umfangreiche Sammeln und Bewerten von diesen Daten macht ein zuverlässiges, intelligentes und autonomes Handeln möglich und gibt Industrie 4.0 eine echte wirtschaftliche Bedeutung.

### Industrie 4.0 – bereits in der Umsetzung

Wer die Chance hatte, an der Industrie 4.0 Führung vom VDMA Fachverband Robotik + Automation auf der Hannover Messe 2016 teilzunehmen, wurde vielleicht von der Auswahl der besuchten Stände überrascht: SAP und IBM sind jetzt nicht unbedingt die typischen „Automatisierer“. Doch die Auswahl zeigt: die Produktionskonzepte verändern sich, die Produktion wird ver-



netz und folgerichtig drängen neue Player auf den Markt. SAP hatte gemeinsam mit externen Partnern (Beckhoff Automation, Stäubli, Aseantics, Cab Produkttechnik, ProGlove, Stratasys, itelligence und der OPC Foundation) einen vom ERP bis zum Sensor vernetzten Maschinenpark auf dem Stand aufgebaut. Produziert wurde ein individuell gestalteter Schlüsselanhänger mit integriertem Smart Chip – direkt vor den Augen des Besuchers, der „seinen Schlüsselanhänger“ in Auftrag geben, die Produktion am Dashboard verfolgen und überwachen sowie zeitnah in Empfang nehmen konnte. Das Besondere an diesem Showcase: Statt der klassischen Automatisierungspyramide waren alle Prozesse und Komponenten dezentral über einen standardisierten Service (OPC UA) gleichberechtigt miteinander verbunden – vom Kundenauftrag bis hin zur Qualitätskontrolle, vom Fließband bis in die Managementebene. Losgröße eins, schnell und effizient gefertigt, wurde so zur Realität, ebenso wie die zentrale Abbildung aller Produktionsprozesse und Störungsmeldung in Echtzeit – die „vernetzte Produktion“ wurde zur Wirklichkeit.

#### Interoperabilität, Vernetzung und Standards sind Schlüsselfaktoren

Interoperabilität und Vernetzung sind die Schlüsselfaktoren bei der Umsetzung von

„Interoperabilität und Vernetzung sind die Schlüsselfaktoren bei der Umsetzung von Industrie 4.0.“

Industrie 4.0. Doch Standards entscheiden: Die firmenübergreifende Vernetzung und die einfache Integration verschiedener Wertschöpfungsnetzwerke wird nur möglich, wenn sich alle Beteiligten auf Normen und Standards einigen. Sie definieren die Mechanismen der Zusammenarbeit und die auszutauschenden Informationen. Auf der Hannover Messe fiel immer nur ein Name, wenn es darum ging, auf welche Kommunikationsarchitektur man sich geeinigt habe: OPC Unified Architecture. Im VDMA entschließen sich immer mehr Fachverbände, eine sogenannte „OPC UA companion specification“ zu erarbeiten – auch innerhalb der VDMA Fachabteilung Industrielle Bildverarbeitung wird bereits darüber diskutiert, welche Informationen, Daten, Funktionen und Dienste in ein Produktionsnetzwerk zu integrieren und in OPC UA abgebildet werden soll. Hier

besteht Einigungs- und Standardisierungsbedarf und wie bei allen Standards wird das nicht von heute auf morgen geschehen. Doch der erste und wahrscheinlich wichtigste Schritt ist bereits erfolgt: die Entscheidung, sich an die Umsetzung zu machen.

#### VDMA Industrielle Bildverarbeitung

Der VDMA ist der größte Industrieverband in Europa und hat mehr als 3.100 Mitgliedsfirmen aus der Investitionsgüterindustrie und dem Maschinen- und Anlagenbau. Als Teil des VDMA Fachverbandes Robotik + Automation hat VDMA Industrielle Bildverarbeitung mehr als 115 Mitglieder: Anbieter von Bildverarbeitungs-Systemen und Komponenten sowie Integratoren. Ziel dieser industriegetriebenen Plattform ist es, die Bildverarbeitungsindustrie durch ein breites Spektrum von Aktivitäten und Dienstleistungen zu unterstützen. Arbeitsschwerpunkte sind statistische Analysen und die jährliche Marktbefragung Industrielle Bildverarbeitung, Marketingaktivitäten, Öffentlichkeitsarbeit, Messepolitik, Standardisierung sowie Networking-Veranstaltungen und Konferenzen. Weitere Informationen finden Sie unter: [www.vdma.org/vision](http://www.vdma.org/vision).

**RIITTA**  
Robot Inspector for Integrity Analysis

ready for  
**Industrie 4.0**

asentics  
vision technology

Visit us at Automatica 2016 – Hall B5, Booth 302



# Vom Objekt zum Objektiv

## Auswahl und Bewertung telezentrischer Objektive



Telezentrisches Objektiv von Vision & Control

Die erfolgreiche Umsetzung einer Mess- oder Inspektionsaufgabe hängt nicht zuletzt von der richtigen Spezifizierung des Objektivs ab. Für die Auswahl telezentrischer Objektive gibt es einige hilfreiche Kriterien. Besondere Bedeutung kommt dabei der Spezifikation von Auflösung und Kantenverwaschung zu. Welches dieser beiden Kriterien angewendet werden muss, hängt stark von der Anwendung ab.

**F**ür präzise Messaufgaben und anspruchsvolle Inspektionsaufgaben sind telezentrische Objektive unabdingbar. Während bei normalen, d.h. entozentrischen, Fotoobjektiven die Objekte immer mehr oder weniger perspektivisch abgebildet werden, so erfolgt die Abbildung bei telezentrischen Objektiven perspektivfrei. Dadurch werden vom Objektiv verschiedenen weit entfernte Gegenstände gleich groß abgebildet, wodurch auch Kantenverdeckungen vermieden werden.

Telezentrische Objektive sind im Wesentlichen durch einen objektseitig parallelen Hauptstrahlengang gekennzeichnet (Abb. 1). Damit können beispielsweise Katalysatoren auf Verschmutzungen inspiziert werden (Abb. 2). Weiterhin wird die Form von Prüfteilen sehr genau abgebildet, wodurch beispielsweise Steigungen und Winkel gemessen werden können (Abb. 3). Es können auch sehr detailreiche Objekte mit vielen Merkmalen wie Leiterplatten geprüft werden (Abb. 4).

### 1. Auswahlkriterien anhand wichtiger Objektivparameter bestimmen

Wichtigster Parameter ist die Größe des Untersuchungsobjekts. Danach richtet sich der Frontdurchmesser des Objektivs. Dieser muss mindestens so groß wie das Untersuchungsobjekt sein plus einer Zugabe, um Randabschattung zu vermeiden (Abb. 1).

Mit der Sensorgröße der eingesetzten Kamera kann dann der erforderliche Abbildungsmaßstab ermittelt werden. Mit der Festlegung des Abbildungsmaßstabs wird gegebenenfalls die maximal erreichbare Auflösung bzw. Schärfentiefe limitiert.

Falls sich mit einem Objektiv nicht die gewünschte Auflösung realisieren lässt, muss ein kleinerer Ausschnitt des Prüfobjekts abgebildet und somit der Abbildungsmaßstab vergrößert werden.

Als nächstes wird der erforderliche Arbeitsabstand spezifiziert, sodass der Prüfling in der Objektebene des Objektivs platziert werden kann. An dieser Stelle muss auch der erforderliche Spektralbereich festgelegt

werden, mit dem die Objekteigenschaften besonders gut sichtbar werden. Danach folgen Telezentrie und als wesentliche Parameter Auflösung und Schärfentiefe, worauf in den nächsten Abschnitten genauer eingegangen wird. Dann können weitere optische Parameter wie Verzeichnung, Farbquerfehler, Farblängsfehler, Bildfeldwölbung sowie Lichtstärke und Randabfall spezifiziert werden. Damit das Objektiv in die vorgesehene Anwendung passt, müssen zum Schluss mechanische Daten wie die Objektivabmessungen, das Anschlussgewinde, das Gewicht und auch die Umgebungsbedingungen abgeglichen werden.

### 2. Telezentrie

Die Telezentrie kann durch die Angabe eines maximal zulässigen Hauptstrahlwinkels, des Telezentriewinkels  $\phi$ , quantifiziert werden (Abb. 1). Abweichungen von der Parallelität der Hauptstrahlen wirken sich in einem Fehler des Abbildungsmaßstabs bzw. durch das Auftreten von Kantenverdeckungen aus.

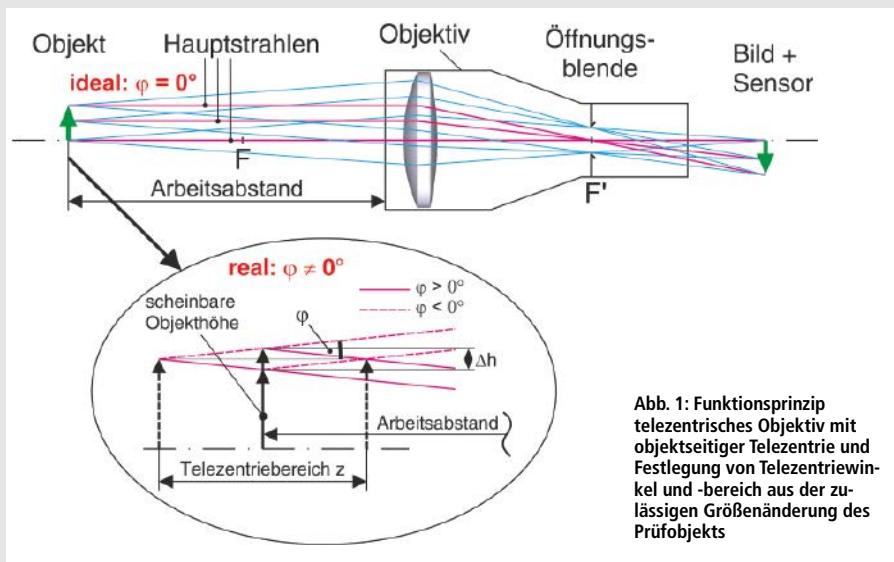


Abb. 1: Funktionsprinzip telezentrisches Objektiv mit objektseitiger Telezentrie und Festlegung von Telezentriewinkel und -bereich aus der zulässigen Größenänderung des Prüfobjekts

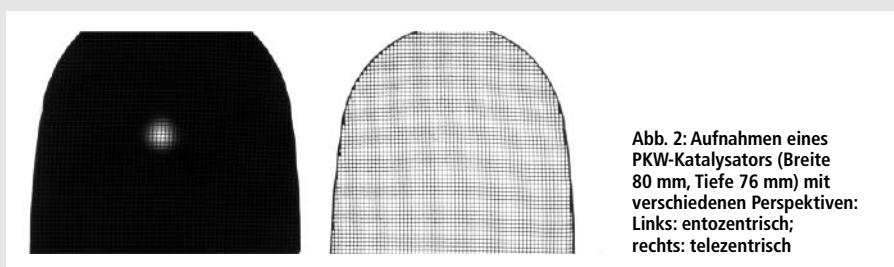


Abb. 2: Aufnahmen eines PKW-Katalysators (Breite 80 mm, Tiefe 76 mm) mit verschiedenen Perspektiven: Links: entzentrisch; rechts: telezentrisch

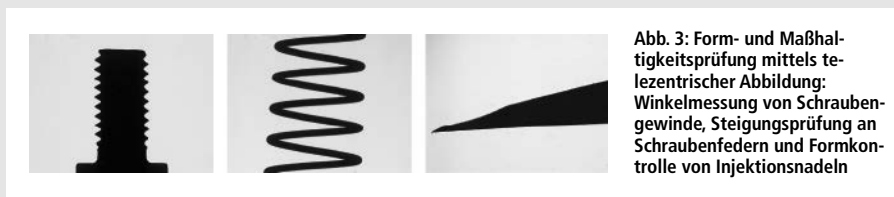


Abb. 3: Form- und Maßhaltigkeitsprüfung mittels telezentrischer Abbildung: Winkelmessung von Schraubengewinde, Steigungsprüfung an Schraubefedern und Formkontrolle von Injektionsnadeln

Berechnet werden kann dieser Winkel über die zulässige Größenänderung des Objekts  $\Delta h$  bzw. des Bildes  $\Delta h'$ . Beide Größen sind über den Abbildungsmaßstab verknüpft:  $|\beta'| = \Delta h' / \Delta h$ . So kann gefordert werden, dass die bildseitige Größenänderung eine bestimmte Größe, typischerweise die eines Pixels ( $\Delta h' \leq 1$  Pixel), nicht übersteigt. Der Telezentriebereich  $z$  ist dann der Bereich, in dem das Objekt entlang der optischen Achse hin und her bewegt werden kann, ohne dass die zulässige Größenänderung überschritten wird. Der Telezentriewinkel kann dabei sowohl in positive als auch in negative Richtung abweichen. Der Telezentriewinkel wird über das Verhältnis von zulässiger Höhenänderung im Objekt- bzw. Bildraum zum Telezentriebereich bestimmt:

$$\tan(\phi) = \Delta h / z = \Delta h' / (z \cdot |\beta'|)$$

Idealerweise fallen Telezentrie- und Schärfentiefebereich zusammen. Dann kann das Objekt innerhalb des Schärfentiefebereichs axial vor und zurück bewegt werden, ohne dass seine abgebildete Größenänderung einen bestimmten Wert übersteigt.

Bei beidseitig telezentrischen Objektiven verlaufen auch die bildseitigen Hauptstrahlen parallel. Dadurch können Änderungen

des Abbildungsmaßstabs bei Schwankungen des Sensorabstands zum Objektiv vermieden werden. Weiterhin werden Abschattungen bei Sensoren mit Mikrolinsenarrays vermieden und sie bieten eine homogene Bildausleuchtung.

### 3. Auflösung versus Kantenverwaschung

Die Definition der Auflösung richtet sich nach der konkreten Anwendung. Bei einem Teil der Anwendungen sollen komplexe Objekte möglichst detailliert abgebildet werden. Dies ist vor allem bei der Inspektion von Leiterplatten der Fall, wo Leiterbahnen im Mikrometerbereich inspiziert werden müssen. Bei anderen Anwendungen wiederum reicht es aus zu wissen, ob ein Defektpunkt vorhanden ist, um ein Objekt als „schlecht“ auszusortieren, wie bei Verschmutzungen im Katalysator. Im Wesentlichen wird nach der Größe des kleinsten detektierbaren Merkmals gefragt. Es gibt aber auch Prüfaufgaben, bei denen weniger die Auflösung feinsten Strukturdetails interessiert, als vielmehr die präzise Abbildung der Objektkonturen. Dies gilt für die Prüfung auf Form- oder Maßhaltigkeit (Abb. 3), die einen wesentlichen Teil der industriellen Bildverarbeitung darstellt.

### Wichtiges Vergleichsmittel für Objektive: die MTF

Die wichtigste Kennkurve zur Vorherbestimmung der Erkennbarkeit von Objektdetails ist die Modulationstransferfunktion (MTF). Diese gibt an, mit welchem Verhältnis von Bild- zu Objektkontrast  $M'/M$  einzelne Ortsfrequenzen von der Optik übertragen werden. Für einen Objektkontrast von 1, gibt die MTF direkt den zu erwartenden Bildkontrast an. Typischerweise wird die bildseitige Ortsfrequenz  $R'$  in Linienpaaren pro Millimeter angegeben und als Kehrwert der bildseitigen Periode einer sinusförmigen Intensitätsverteilung  $\Delta r'$  gebildet (Einsätze in Abb. 5 (a) und (b)). Der Zusammenhang zwischen objektseitigem Strukturdetail  $\Delta r$  und bildseitiger Ortsfrequenz  $R'$  besteht über den Abbildungsmaßstab:  $\Delta r = 1 / (R' \cdot |\beta'|)$

Da komplexe Objekte ein ganzes Spektrum an Ortsfrequenzen aufweisen, sollte dieses auch mit möglichst hohem Kontrast übertragen werden. Der maximale Kontrast wird durch die Beugung begrenzt, die für einen natürlichen Abfall bei höheren Ortsfrequenzen sorgt. Bei der sogenannten Grenzfrequenz  $R'G$  sinkt er bis ganz auf null. Diese Beugungsgrenze kann entweder durch gut korrigierte Systeme bzw. durch Ablenden erreicht werden, allerdings auf Kosten der maximalen Grenzfrequenz. Die Abbildungen 5 (a) und (b) zeigen jeweils die beugungsbegrenzten MTF-Kurven für ein Objektiv mit einer effektiven Blendenzahl von 6,3 bzw. 25,1. Der Abbildungsmaßstab der Optiken beträgt in beiden Fällen 0,5. Die Wellenlänge beträgt 550 nm. Damit eine Struktur noch aufgelöst werden kann, sollte der Kontrast

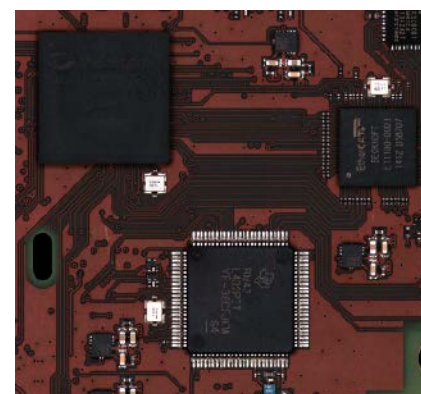


Abb. 4: Detailreiches Testobjekt aus der Halbleiterindustrie. Für eine Auflösung der Leiterbahnen und Bauteilanschlüsse und auch zur Schrifterkennung ist eine hohe Auflösung des Objektivs erforderlich.

mindestens 20 % betragen. Somit beträgt die minimal auflösbare Strukturperiode im linken Bild 10  $\mu\text{m}$  und im rechten 40  $\mu\text{m}$ .

Kommt es also auf eine detailreiche Abbildung an wie bei der Leiterplatteninspektion, muss gefordert werden, dass das Objektiv eine bestimmte Ortsfrequenz mit einem minimalen Kontrastverhältnis noch überträgt.

Fortsetzung auf S. 20

Quelle: Vision & Control

Quelle: Vision & Control

Zum Auffinden von Defekten: Punkt- und Linienerkennung

Sollen auf einem Gegenstand einzelne Punkte oder Linien wie Schmutz oder Kratzer erkannt werden, so lässt sich hierfür schlecht eine maximale Ortsfrequenz angeben. Die Abbildungseigenschaften einer Optik in Bezug auf Punkte oder Linien spiegeln sich in der Punktbild- bzw. Linienbild(verwaschungs)funktion wider. Beide Funktionen verhalten sich ähnlich, weshalb hier exemplarisch nur die Punktbildfunktion erläutert wird. Die Abbildungen 5 (c) und (d) zeigen die idealen Funktionen für die beiden Optiken. Die Einsätze in den Grafiken zeigen die Simulation der Abbildung eines Punktes mit 50 µm Durchmesser, die jeweils mit einer Pixelgröße von 5 µm abgetastet wurden. Dabei zeigt sich der Zusammenhang von MTF und Punktbildfunktion: Je höher die Grenzfrequenz der Optik ist, desto schmäler ist die Punktbildfunktion und desto schärfer können die Punkte abgebildet werden, sodass insgesamt auch kleinere Defekte erkennbar sind.

Sinnvoll ist es hier direkt zu fordern, dass Punkte bestimmten Durchmessers oder Linien bestimmter Breite noch erkannt werden. Dies kann über eine Bildsimulation im Optikdesign bereits nachgeprüft werden.

Häufig im Machine Vision gefordert: die Kantendetektion

Bei der Erkennung von Objektkonturen spielt der Verlauf der Kantenübergänge eine wesentliche Rolle. Denn die Lokalisierung der Objekte erfolgt anhand des daraus berechneten Kantenorts. Der Kantenort kann dabei umso genauer gemessen werden, je besser die Optik den Kantenort überträgt und mit je mehr Pixeln der Kantenort abgetastet wird. Die Eigenschaften der Kantenabbildung eines Objektivs werden mit Hilfe der Kantenbildverwaschungsfunktion dargestellt.

Die Abbildungen 5 (e) und (f) zeigen die idealen Kantenbildverläufe für die beiden Objektive. Diese besitzen generell eine Wendestelle bei der halben Intensität, welche genau dem idealen Bildort entspricht. Abbildungsfehler können zu einer Verzerrung des Kantenverlaufs führen.

Auch diese Funktion steht im Zusammenhang mit der MTF: Die Kanten verlaufen umso breiter, je kleiner die maximale Ortsfrequenz, also die Objektivauflösung ist. Je breiter die Kanten verlaufen, desto unschärfer erscheint zwar das Bild aber mit umso mehr Pixeln kann die Kante abgetastet werden. Dies ermöglicht dann wiederum eine sicherere Bestimmung des Kantenorts.

Zur Spezifizierung dient hierbei der Anstiegswinkel der Kurven oder die Kantenbildbreite, die typischer Weise als Breite des Anstiegs der normierten Bildintensität von 10 % auf 90 % angegeben wird. Die Abbildungen 5 (e) und (f) zeigen: bei einer Pixelgröße von 5 µm wird der gesamte Kanten-

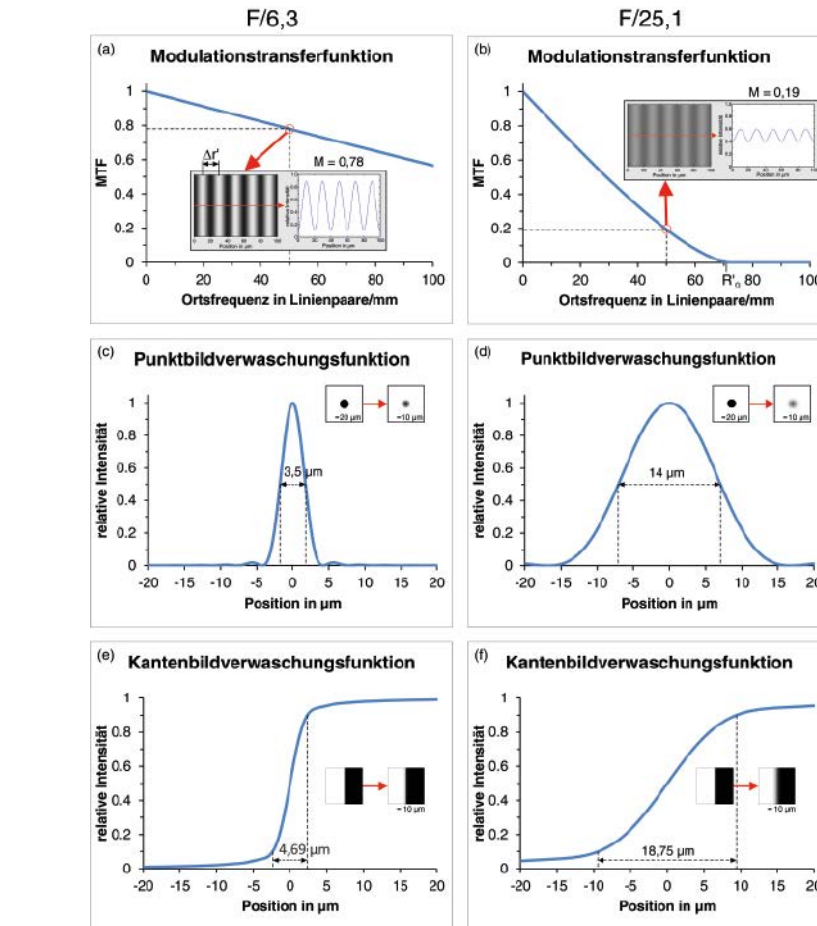


Abb. 5: Zusammenhang von Modulationstransferfunktion, Punktbildverwaschungsfunktion und Kantenbildverwaschungsfunktion eines Objektivs für zwei verschiedene Blendenzahlen für jeweils 550 nm Wellenlänge

übergang beim hochauflösenden Objektiv nur mit 2 bis 3 Pixeln abgetastet, während es beim niedriger auflösenden 4 bis 5 sind, was etwa einer Verdopplung der Messgenauigkeit entspricht.

Kommt es also auf die genaue Detektion des Kantenorts an, so sollte die Auflösung nicht zu hoch spezifiziert werden. Hier muss ein Kompromiss gefunden werden, so dass die Struktur des Prüfobjekts noch sicher erkannt und die Kanten mit hoher Abstrakte detektiert werden können.

4. Schärfentiefe

Schärfentiefe bedeutet, dass die geforderte Auflösung bzw. Kantenverwaschung über einen bestimmten Bereich vor und hinter der Objektebene eingehalten wird. Typischerweise soll die MTF an den Rändern des Schärfentiefebereichs noch 20 % betragen. Hierfür muss jedoch auf maximal mögliche Auflösung verzichtet werden. Denn ist die MTF bei einer Ortsfrequenz bereits in der Objektebene auf 20 % gesunken, so bietet dies kaum noch Spielraum für Schärfentiefe. Schärfentiefe und Auflösung sind fundamental miteinander verknüpft: Ihr Produkt ist konstant. Wird also in einer Applikation mehr Schärfentiefe gebraucht, muss die Auflösung reduziert werden. Dies bedeutet weiterhin, dass bei größerem Abbildungsmaßstab die Auflösung steigt und gleichzeitig die Schärfentiefe sinkt.

Zusammenfassung

Eine Reihe von Angaben ist zur richtigen Auswahl bzw. Bewertung eines telezentrischen Objektivs notwendig. Die optischen Parameter sind zudem wellenlängenabhängig. Deshalb ist die vollständige Charakterisierung von Objektiven in einem Datenblatt schwierig. Im Zweifelsfall kann der Hersteller um Auskunft gebeten werden oder der Hersteller stellt sogenannte Black-Box-Modelle des Optikdesigns zur Verfügung. Aus denen können dann alle optischen Daten ermittelt werden. Weiterhin ist es wichtig, sich vorher Gedanken zu machen, ob für die Applikation eine detailreiche Abbildung benötigt wird (hohe Auflösung) oder ob Objektkonturen genau vermessen werden sollen (Kantenverwaschung). Wenn eine theoretische Vorhersage schwierig erscheint, sollte das Objektiv vorab getestet werden. Hierbei sind verstellbare Blenden hilfreich, mit denen der optimale Kompromiss von Auflösung und Schärfentiefe gefunden werden kann.

Autorin  
Dr.-Ing. Claudia Link, Optikentwicklerin

Kontakt  
Vision & Control GmbH, Suhl  
Tel.: +49 3681 7974 0  
www.vision-control.com

# Neue Perspektiven für Mobile Monitoring

„Dank des Bildstabilisators, der intelligenten Defog-Funktion und der Rauschreduktion zeichnet das neue Kameramodul MP1010M-VC Modul selbst unter schwierigsten Bedingungen scharfe und detailreiche Bilder auf“, sagt Thomas Osburg, European Sales Manager Industrial Optics bei Tamron Europe in Köln. „Mit seinen geringen Abmessungen von 28,8 x 38,9 x 61,8 mm und dem geringen Gewicht von nur 70 g bietet es sich für viele Anwendungszwecke an, wie z. B. Polizei, Grenzschutz und Strafverfolgungsbehörden.“ Das Modul eigne sich ferner aber auch ideal für Einsätze an Drohnen, zur Meeresüberwachung und Baustellenkontrolle sowie zur Verbesserung der Sicherheit in öffentlichen Verkehrsmitteln.

## Bewährter Bildstabilisator

In Fotoobjektiven gehören leistungsfähige Bildstabilisatoren inzwischen zum Standard. Der VC-Mechanismus gleicht Erschütterungen und Vibrationen der Kamera effektiv aus und sorgt so für eine ruhige, unverw-

ackelte Bildwiedergabe, z. B. während einer Verfolgungsfahrt – unabhängig von der Geschwindigkeit und der Beschaffenheit der Straßenverhältnisse. Kernelement des VC-Systems ist eine elektronische gesteuerte Linsengruppe, die sich parallel zur Bildebene bewegt. Horizontale und vertikale Bewegungen werden dabei von zwei Gyrosensoren erfasst und an einen Mikroprozessor weitergeleitet. Dieser berechnet den Rotationswinkel und gibt entsprechende Steuerbefehle an die Antriebseinheit weiter, die wiederum das VC-Element entgegen der Vibrationsrichtung verschiebt. Dieser Vorgang wiederholt sich mit einer Frequenz von 4 kHz, also 4.000 Mal pro Sekunde. Die VC-Antriebseinheit nutzt ein von Tamron entwickeltes 3-achsiges Spulensystem. Das VC-Element wird, gelagert auf drei Stahlkugeln, dabei magnetisch in Position gehalten, wodurch die Bewegungen des Elements nahezu komplett reibungsfrei ausgeführt werden können. Da überdies keine zusätzlichen mechanischen Teile zur Steuerung verwendet werden, kann die Ge-



Ultra-Small Camera Module Block MP1010M-VC von Tamron

samtkonstruktion einfach und kompakt gehalten werden.

## Full-HD-Auflösung und 60p Bildrate

Das MP1010M-VC ist mit einem 1/3-Zoll-Bildsensor ausgestattet, der entweder eine hohe Auflösung von 1.920 x 1.080 Pixel (Full HD) oder alternativ von 1.280 x 720 Pixel (HD) bietet. Dies ermöglicht hochauflösende Bilder mit 2 Megapixeln und gestattet die weitere Vergrößerung eines gewünschten Bildbereichs. Da wie bei aktuellen HDTV-Systemen 60 Bilder pro Sekunde aufgezeichnet werden, eignet sich die Kamera insbesondere auch zur Aufnahme und flüssigen Wiedergabe von sich schnell bewegenden Objekten. [www.tamron.de](http://www.tamron.de)

# High Sensivity InGaAs Cameras

High sensitivity in the near infrared region from 950 nm to 1,700nm and 640 x 512 pixels

## Features

### C12741-03

- Simultaneous output both analog (EIA) and USB 3.0 ports
- Frame rate: 60 frames/s
- TE1 cooling

### C12741-11

- Low-dark current with -70°C. peltier cooling (water-cooling)
- Air-cooling / water-cooling (interchangeable)
- Frame rate: 7.2 frames/s



## Applications

- Internal inspection of silicon wafers and devices
- Evaluation of solar cells
- Evaluation and analysis of optical communication devices
- EL/PL image acquisition
- Waste sorting and food inspection

**HAMAMATSU**  
PHOTON IS OUR BUSINESS

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

# Den Moment einfrieren

High-Speed Imaging ermöglicht einzigartige Einblicke in Prozesse

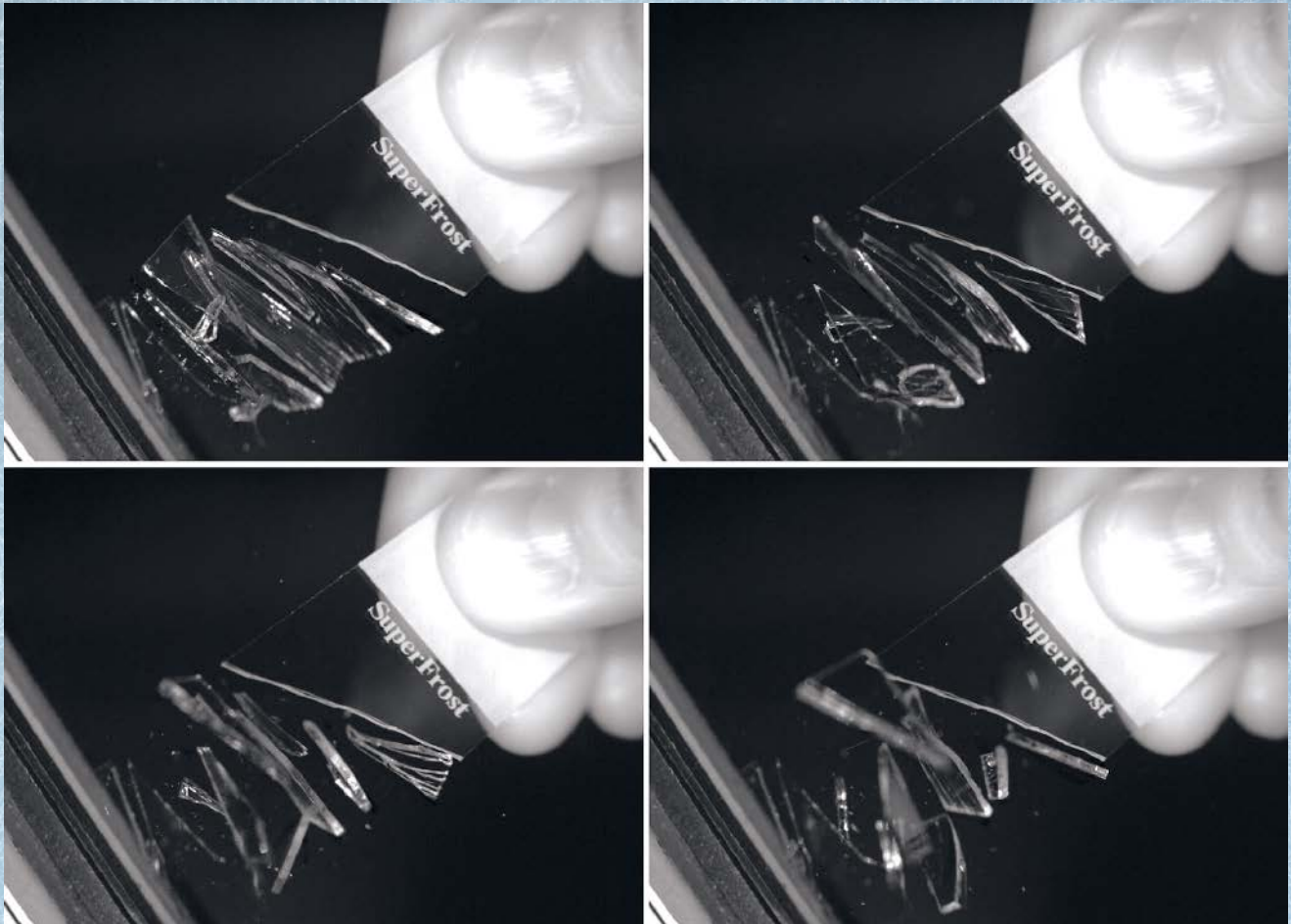


Abb. 1: Vier Serienaufnahmen, die mit einem Lichtimpuls von 200 ns aus einer Laserlichtquelle mit 905 nm ausgeleuchtet wurden. Der kurze optische Impuls sorgt für ein ‚Einfrieren‘ der Bewegung des zerbrechenden Glases und erzeugt scharfe, gut belichtete Aufnahmen.

Seit den bahnbrechenden Arbeiten von Eadweard Muybridge Ende des 19. Jahrhunderts, der den Bewegungsablauf eines galoppierenden Pferdes analysierte, hat die Bildgebung mit Hochgeschwindigkeitskameras immer wieder auf vielfältige Weise neue Informationen über Bewegungen, Ereignisse und Prozesse geliefert. Im heutigen industriellen und wissenschaftlichen Umfeld werden Hochgeschwindigkeitsaufnahmen für verschiedenste Analysen oder Tests eingesetzt.

**H**ochgeschwindigkeitsaufnahmen liefern Erkenntnisse aus der Betrachtung von Ereignissen, die schneller ablaufen, als vom menschlichen Auge erfasst werden kann. Dies macht letztendlich auch ihren Wert für den Anwender aus. High-Speed Imaging basiert auf der Fähigkeit, das optische Bild einer Szene innerhalb einer möglichst kurzen Zeitspanne zu erfassen. Je kürzer die Zeitspanne, desto größer ist die Fähigkeit, schnell ablaufende Ereignisse in Form von Standbildern

‚einzufrieren‘. Genau diese Fähigkeit, kurze Momente in einem zeitlichen Ablauf aufzunehmen, liefert nützliche Diagnoseinformationen für die jeweilige Anwendung.

#### Wichtige Faktoren beim High-Speed Imaging

Ein typischer Ansatz für eine Aufnahme in einer kurzen Zeitspanne besteht ganz einfach in der Verringerung der Belichtungszeit der Kamera. Die Bildsensoren, die normalerweise bei Kameras für die industrielle

Bildverarbeitung eingesetzt werden, haben eine minimale Belichtungszeit im Bereich von 5 bis 15 Mikrosekunden, wohingegen spezielle Hochgeschwindigkeitskameras bei Belichtungszeiten von weniger als 200 Nanosekunden (ns) betrieben werden können. Bewegt sich das aufzunehmende Objekt mit hoher Geschwindigkeit, so resultiert eine zu lange Belichtungszeit in einer unscharfen Aufnahme. Beispielsweise kann für die Aufnahme eines Fahrzeugs bei einer Geschwindigkeit von 360 km/h die übliche

Belichtungszeit von 10 Mikrosekunden verwendet werden, die in einer relativen Bewegungsunschärfe von 1 mm resultiert. Bei großen Fahrzeugen in der Größe von mehreren Metern mag dies akzeptabel sein. Doch im Falle eines Hochgeschwindigkeitsgeschosses von 20 mm Länge und bei einer Geschwindigkeit von 1.200 m/s ergibt sich eine Belichtungszeit von ungefähr 83 ns, um die Bewegungsunschärfe auf weniger als 0,1 mm zu reduzieren. Bewegungsunschärfe ist nicht nur eine Frage des Erscheinungsbilds einer Aufnahme. Bei messtechnischen Anwendungen, wie der Analyse von Tintenstrahldüsen, ist die Qualität des Objektumrisses wichtig. Falls sich die erforderliche Genauigkeit im Mikrometerbereich bewegt, muss die Belichtungszeit für ein Standbild der eingefrorenen Bewegung unter 200 ns liegen. Solche kurzen Aufnahmezeiten liegen jenseits der Möglichkeiten herkömmlicher Kamerasysteme.

Um eine gut belichtete Aufnahme zu erzielen, muss der Bildsensor ausreichend Licht aus der Szene erfassen. Bei sehr kurzen Belichtungszeiten wird es immer schwieriger, diese Anforderungen zu erfüllen. Es können zwar große Pixel mit hoher optischer Empfindlichkeit entwickelt werden, doch damit steigen die Kosten und die Größe des Kamerasystems insgesamt. Schnellere Optiken können bis zu gewissen physikalischen Grenzen helfen, doch dies hat den Nachteil, dass Kosten, Größe und Gewicht des Systems zunehmen. Bei diesen Aufnahmeoptiken mit hoher numerischer Apertur stellt die daraus resultierende Schärfentiefe einen weiteren Kompromiss dar: Bei einer niedrigen Blendenzahl erfassen Objektiv mehr Licht, doch die Schärfentiefe nimmt ab.

Handelt es sich um wiederholbare Ereignisse, können die Signale von wiederholten, synchronisierten Aufnahmen akkumuliert werden, um einen höheren Belichtungsgrad zu erzielen. Allerdings liefert die einfache Akkumulation von Aufnahmen von konventionellen Hochgeschwindigkeitskameras unter Umständen nicht die gewünschten Ergebnisse. Weitere Anforderun-

gen müssen vom Kamerasystem erfüllt werden, damit sichergestellt ist, dass das Signal richtig – d.h. ohne eine Kumulierung des Rauschens – akkumuliert wird. Einige Systeme entsprechen diesen Anforderungen und führen die Akkumulation intern durch, wobei sich die Messdauer und die Datenbandbreite verringern, die vom System ausgegeben werden müssen. Häufiger ist es jedoch so, dass Ereignisse nicht wiederholbar sind und unmittelbar mittels einer einzigen Aufnahme erfasst werden müssen. In diesem Fall können zur Ausleuchtung der Szene ultrahelle externe Lichtquellen verwendet und so die erforderliche Beleuchtungsintensität über eine kurze Zeitspanne erreicht werden. Ein weiteres Problem ist eine Abwägung zwischen der benötigten großen Helligkeit und dem Schutz der Augen des Anwenders. Der Einsatz von Impulsbeleuchtung, die mit der Belichtung des Bildsensors synchronisiert wird, kann den Grad der optischen Intensität insgesamt auf ein sicheres Niveau verringern und so die Verwendung einer kontinuierlichen Hochleistungslichtquelle überflüssig

machen. Die Verwendung ultraheller Impulsbeleuchtung kennt man von herkömmlichen Lichtquellen wie Xenon-Blitzlampen. Allerdings liegt deren Pulsdauer, Latenz und Jitter im Bereich von Mikrosekunden, was für viele Anwendungen womöglich nicht kurz genug ist.

Eine weitere Frage, die sich in diesem Zusammenhang stellt, ist die erforderliche Frame-Rate des Systems, d.h. die Geschwindigkeit, mit der die Vollbildserie einer Szene aufgenommen werden kann. Grundsätzlich kann die Zeitspanne zwischen aufeinanderfolgenden Bildern nicht kürzer als die Belichtungszeit sein. Doch im Allgemeinen ist sie wesentlich länger, da auch noch das elektronische Auslesen der Bilder stattfindet. Oftmals kann die Frame-Rate erhöht werden, indem bei den Kameraeinstellungen ein Aufnahmemodus mit niedrigerer Auflösung gewählt wird. So kann man beispielsweise durch die Verringerung der Auflösung von 1.280 x 1.024 auf 128 x 128 Pixel die Frame-Rate um mehr als das 20-fache von 450 fps auf 10.300 fps erhöhen. Eine weitere Überlegung ist, ob sämtliche Bilder

mit der vollen Frame-Rate an einen Zentralrechner übertragen werden müssen oder ob eine Bildfolge für eine spätere Übertragung an den Rechner direkt in der Kamera selbst gespeichert werden kann. Der Datentransfer bei der vollen Frame-Rate beinhaltet höhere Systemkosten, da Übertragungsprotokolle mit größerer Bandbreite sowie zusätzliche Komponenten wie Framegrabber erforderlich sind. Umgekehrt kann eine kostengünstigere Lösung mithilfe eines integrierten Speichers verwirklicht werden. Allerdings bestehen dann Einschränkungen bei der Anzahl der Bilder, die gespeichert werden können, bis der Speicherplatz voll ist.

### Impulsbeleuchtung ermöglicht Aufnahmen im Nanosekundenbereich

Ein alternativer Ansatz bei Aufnahmen kurzzeitiger Ereignisse ist die Verwendung von ultrakurzen, jedoch sehr lichtstarken Beleuchtungsimpulsen, die mit der Belichtungszeit des Bildsensors in der Kamera synchronisiert werden. Dieses Verfahren kann einen einfachen und kostengünstigen Ansatz für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen mit guter Kontrastschärfe eröffnen. Es ist jedoch entscheidend, dass die Zeitspanne zum ‚Einfrieren‘ der Bewegung durch die Pulsweite der Beleuchtung bestimmt wird und nicht durch das Aufnahmesystem. Dadurch können Bildsensoren mit herkömmlichen Pixel-Architekturen verwendet werden. Obwohl die Verwendung kurzer Beleuchtungsimpulse zur Erstellung von Einzelbildern eines Bewegungsablaufs ein attraktiver Ansatz für das High-Speed Imaging ist, wird die erzeugte Frame-Rate des Systems noch immer vom Bildsensor bestimmt. Es können extrem schnell ablaufende Ereignisse aufgenommen werden. Beispielsweise könnten die 83 ns erzielt werden, die für die Aufnahme eines Hochgeschwindigkeitsgeschosses erforderlich sind. Doch das Zeitintervall zwischen den Aufnahmen ist womöglich länger als bei einem speziellen oder zweckbestimmten System. Die straffe Steuerung und Synchronisierung

*Fortsetzung auf S. 24*



**Abb. 2:** Das System Star Stop Freeze Motion Camera von Odos Imaging ist mit leistungsstarken Impulsbeleuchtungsmodulen verknüpft und bietet eine flexible und integrierte Lösung für die Anwendung von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen.

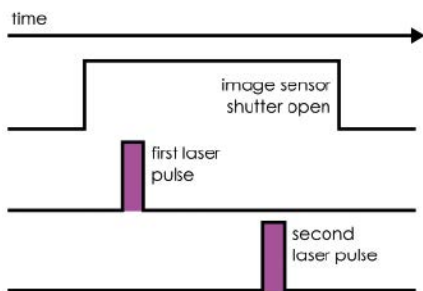


Abb. 3: Schematisches Timing bei der Aufnahme von kurzzeitigen Ereignissen mit einer einzigen Belichtung des Bildsensors

der Beleuchtungsimpulse direkt durch das Kamerasystem selbst ermöglicht die Durchführung kritischer Analysen. So können zum Beispiel zwei Beleuchtungsimpulse innerhalb eines einzigen Aufnahmezyklus des Bildsensors ausgelöst werden (Abb. 3). Dies resultiert in zwei physikalischen Aufnahmen, zwischen denen ein extrem genau definiertes Intervall liegt, und die optisch zu einem einzigen erstellten Bild überlagert werden. Diese Technik kommt z. B. bei Aufnahmen von Hochgeschwindigkeitsgeschossen direkt nach dem Austritt aus dem Gewehrlauf zum Einsatz (Abb. 4). Ein entscheidender Vorteil solch eines „Doppelimpulses“ besteht darin, dass das Zeitintervall zwischen den Beleuchtungsimpulsen extrem kurz und präzise gewählt werden kann. So sind beispielsweise Intervalle von 10 ns bei einem Jitter von weniger als 50 ps möglich. Dies gestattet präzise Messungen von zeitrelevanten Parametern, wie die Partikelgeschwindigkeit, direkt mittels Analyse der Aufnahme. Die Abgabe mehrerer Impulse während einer einzigen Belichtungszeit ist eine natürliche Erweiterung dieses Konzepts mit der zusätzlichen Flexibilität, dass die Abfolge der Beleuchtungsimpuls völlig frei gewählt werden kann.

**Synchronisierung und Triggerung sind wichtig**

Die sorgfältige Steuerung des richtigen Zeitpunkts ist die Voraussetzung bei den meisten Anwendungen von Hochgeschwindigkeitsaufnahmen. Mit Hilfe sehr genauer Synchronisation von Beleuchtungsimpulsen können Ereignisse untersucht werden, die im Nanosekundenbereich ablaufen. Gut ausgelegte Trigger-Schnittstellen sind an der Kamera selbst erforderlich und müssen in der Lage sein, die Aufnahme als Reaktion auf einen Hardware-Trigger auszulösen. Ein kritischer Parameter für die externe Triggerung

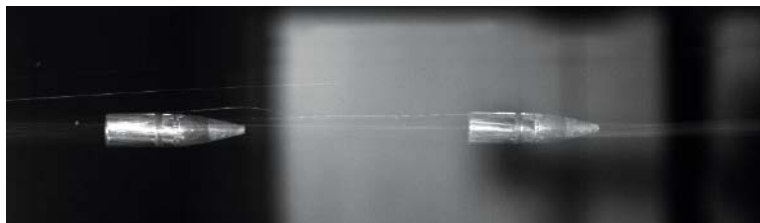


Abb. 4: Stroboskopaufnahme einer Hochgeschwindigkeitsmunition mit Kaliber 7,62

ist die Notwendigkeit einer gut definierten und wiederholbaren Latenz zwischen der Eingabe des Trigger-Signals und der Abfolge der Beleuchtungsimpulse und der Belichtung des Bildsensors. Ein erheblicher Jitter der Trigger-Latenz kann zu ungenauen Messergebnissen führen oder, noch schlimmer, die Aufnahme eines Ereignisses von Interesse ganz verhindern.

Ein nützliches Leistungsmerkmal von Systemen mit der Fähigkeit, Aufnahmen direkt in der Kamera zu speichern, ist deren Fähigkeit, auf Ereignisse folgende Trigger zu definieren. Ein typisches Beispiel sind Aufnahmen eines Ereignisses, dessen genauer Zeitpunkt nicht vorherbestimmbar ist, wie der exakte Zeitpunkt des Versagens einer Komponente während eines Prüfverfahrens. In diesem Fall können Aufnahmen kontinuierlich erfasst und in einem ‚Ringspeicher‘ gespeichert werden. Sobald der letzte verbliebene Speicherplatz im Ring verwendet wird, überschreibt das folgende Bild den ersten Platz in diesem Ring. In Verbindung mit einem auf ein Ereignis folgendes Trigger-Signal kann das System die entscheidenden Bilder vor und während des Ereignisses von Interesse aufnehmen.

**Lineares Pixelverhalten ermöglicht quantitative Analysen**

Typische Anwendungen von High-Speed Imaging finden sich in Mess- und Prüfungen. Diese Anwendungen beziehen sich oft auf spezifische Ereignisse oder Prozesse von besonderem Interesse, im Gegensatz zu den wiederkehrenden Prüfaufgaben der Qualitätskontrolle in der Fertigung. Ein Vorteil von bei Prüfanwendungen eingesetzten Kameras liegt darin, dass jeder Pixel gleich und linear auf Licht reagiert. Im Allgemeinen ist die Reaktion eines Pixels auf Licht nicht linear und weist oftmals eine abnehmende Empfindlichkeit bei zunehmender Signalstärke auf. Zudem kann jeder einzelne Pixel eine andere Nichtlinearität aufweisen. Viele

industrielle Kameras korrigieren die grundlegenden Abweichungen zwischen den Pixeln, doch bieten sie noch kein identisches lineares Verhalten über das gesamte Array. Ein einheitlich lineares Verhalten bietet zwei wichtige Vorteile: Erstens wird dadurch eine quantitative Analyse der Intensität möglich und zweitens unterstützt das lineare Verhalten die Nachbearbeitung der Bilder. Dies trifft insbesondere auf Fälle zu, in denen ein hoher Grad an digitaler Verstärkung eingesetzt wird, um Aufnahmen zu verbessern und filigrane Details herauszuarbeiten.

Odos Imaging hat kürzlich das Kamerasystem Star Stop Freeze Motion Camera für Hochgeschwindigkeitsaufnahmen vorgestellt. Dieses vereint die genannten Vorteile, indem spezielle Komponenten verbaut wurden, die ultrakurze Beleuchtungsblitze liefern in Verbindung mit einer High-Speed-Kamera für Serienaufnahmen. Die Kernfunktionen umfassen hochgradig konfigurierbare Trigger-I/O- und Breakout-Funktionen sowie eine Software für die einfache Konfiguration und Durchführung von Aufnahmen mit hoher Kontrastschärfe. Das System wurde speziell für die Anforderungen von Fachleuten entwickelt, die eine schnelle, flexible Analyse benötigen, ohne den Aufwand und die Kosten, die sonst mit der Integration zahlreicher Hardware-Komponenten verbunden sind.

**Autoren**

Maciej Stankiewicz, Applikationsingenieur  
Chris Softley, Entwicklungsleiter  
Chris Yates, CEO

**Kontakt**

Odos Imaging Ltd., Edinburgh, UK  
Tel.: +44 131 650 7756  
www.odos-imaging.com

**Weitere Informationen**

English version:  
<http://www.inspect-online.com/en/topstories/vision/fast-mover-freeze-motion-imaging-and-event-recording>



Visit us at Optatec, Frankfurt · Booth C29

# OPTICAL FILTERS

For Imaging and Sensor Systems

---

AHF analysentechnik AG · +49 (0)7071 970 901-0 · info@ahf.de

**AHF**  
www.ahf.de



# Beleuchtungsintegration leichtgemacht



Verschiedene Lumimax Montagelösungen mit T-Adapterkabel

Das umfangreiche optische, elektrische und mechanische Zubehör der Lumimax LED-Beleuchtungen vereinfacht sowohl die Anpassung auf kundenspezifische Aufgabenstellungen als auch die Anbindung an die Maschinenumgebung. Die innovativen Lösungen ermöglichen eine kompakte, schnelle und einfache Integration der LED-Beleuchtungen. Dies spart zusätzlichen Konstruktions- und Montageaufwand, wodurch eine erhebliche Kostenersparnis erzielt werden kann.

## Einfache und schnelle Montage

Die Lumimax Montagelösungen ermöglichen die direkte Montage der leistungsstarken Flächen- und Spotbeleuchtungen an die Kameraserien Cognex InSight 5xxx, Simatic MV440 sowie Baumer Verisens XC. Die Montagevariationen lassen sich individuell anpassen und sind flexibel erweiterbar, sodass insgesamt eine exakte Anpassung von Beleuchtungswinkel und Arbeitsabstand gewährleistet ist. So werden Beleuchtung, Optik und Kamera zu einer kompakten Einheit. Weiterhin können die LED-Ringbeleuchtungen über eine Tubusverlängerung ebenso an die genannten Kameraserien angebracht werden. Auf diese mechanische Verlängerung wird dann anschließend

der Objektivschutz des Kameraherstellers geschraubt. Das gesamte Bildverarbeitungssystem, d.h. Kamera, Objektiv sowie Beleuchtung, erzielt dadurch die hohe Schutzart IP67.

Eine besondere Möglichkeit zur Montage einer Koaxial- oder Dombelichtung bietet der Verifikations-Adapter. Über diesen wird die Beleuchtung nicht nur befestigt, sondern auch definiert ein- und ausgeschwenkt. Das ist insbesondere beim Verifizieren von Datamatrix-Codes interessant, da der Adapter eine normgerechte Arbeit gewährleistet. Kamera, Optik und Beleuchtung können optimal eingestellt und im Anschluss der Schutz-Tubus montiert werden, ohne dass etwas an den Einstellungen verändert werden muss. Dazu wird die Beleuchtung einfach ausgeschwenkt, der Schutz-Tubus problemlos montiert und anschließend die Beleuchtung wieder an die exakte Einrichteposition zurückgeschwenkt.

## Minimaler Verkabelungsaufwand

Mit dem speziellen T-Adapterkabel kann die Beleuchtung direkt an das Kamerasystem angeschlossen und von diesem gesteuert werden. Das erspart zusätzlichen Verdrahtungsaufwand und erleichtert die Inbetriebnahme der Komponenten.

Das Adapterkabel befindet sich dabei zwischen dem elektrischen Anschluss der Kamera und der Spannungsversorgung. Darüber wird die Beleuchtung

direkt in diesen Signalfluss eingekoppelt und kann sowohl ihre Stromversorgung als auch das Triggersignal von der Kamera beziehen.

Ergänzend wurde ebenso beim Beleuchtungscontroller mitgedacht: Der Controller schafft stets konstante Lichtverhältnisse, sogar bei Schwankungen in der Versorgungsspannung. Weiterhin ermöglicht der Lumimax Blitzcontroller durch die direkte Anbindung präzise, kurze und extrem intensive Lichtimpulse von 10 bis 220  $\mu$ s. Probleme durch Bewegungsunschärfe und Störlicht gehören dadurch der Vergangenheit an. Die leistungsstarken Controller sind zudem bereits in die LED-Beleuchtungen integriert, das spart nicht nur Platz und Zeit in der Einrichtung, sondern macht eine zusätzliche Verdrahtung überflüssig.  
[www.lumimax.de](http://www.lumimax.de)

**NEW 1" HC-V SERIES**  
**VIBRATION & SHOCK RESISTANT**

RUGGEDIZED 4 MEGAPIXEL LENSES  
8MM TO 50MM FOCAL LENGTH  
DESIGNED FOR 5  $\mu$ M PX

Kowa Optimed  
Bendemannstraße 9  
40210 Düsseldorf  
Germany  
fn +49-(0)211-542184-0  
lens@kowaoptimed.com  
www.kowa.eu/lenses

# 360°-Oberflächenprüfung

Dort, wo Rundgehäusen in hoher Stückzahl und im Sekundentakt, z. B. durch eine Umformpresse, gefertigt werden, kommen auch typischerweise Bildverarbeitungssysteme zur 360°-Kontrolle von Oberflächen im Durchlauf zum Einsatz. Ein solches System ist das Orbiter600 Omni Control. Es kann im Gegensatz zu den üblichen optischen 360°-Prüfungen mit spiegelnden wie matten Oberflächen gleichermaßen und auch mit Kombinationen daraus umgehen. Dafür entwickelte Omni Control ein kompaktes und leistungsfähiges Bildverarbeitungssystem mit geringem Platzbedarf. Der Grundrahmen misst gerade einmal 1 x 1 m. Mittels sechs Farbkameras in Sternanordnung und einer zusätzlichen Kamera von oben, zusammen mit einer leistungsfähigen Bildverarbeitungs-Software, ist das System in der Lage, die Mantelfläche der Werkteile vollständig auf Beschädigungen zu prüfen. Fehlertypen sind: Doppelungen, Zinkabplatzer und Abschabungen. Für die Bildaufnahme müssen die Teile weder getaktet noch gedreht werden. Sie fahren lediglich auf einem Band durch die Anlage. Bereits beim Verlassen der Prüfzelle liegt das Prüfergebn vor und n.i.O.-Teile können aussortiert werden.

Über eine Schikane am Förderband werden die Teile mittig ausgerichtet, grundsätzlich unabhängig von ihrer Drehlage. Befindet sich das Teil im Zentrum der Prüfzelle, wird es angeblitzt und die Bildaufnahme durchgeführt. Über einen Laufrad-Encoder und Lichtschranken am Ein- und Auslauf der Prüfzelle werden die Teile verfolgt.

Die Bilder der insgesamt sechs Kameras werden zu einer künstlichen Abwicklung zusammengeführt. Da alle Kameras zueinander kalibriert

sind, wird ein nahtloses und entzerrtes Gesamtbild erzeugt und ausgewertet.

## Beleuchtung und Kameras

Zwei Beleuchtungsprinzipien werden für die Aufnahme kombiniert: eine diffuse Rundumbeleuchtung (blau) mit einem Streiflicht aus Beleuchtungsringen (rot) von oben. Die Helligkeit der Beleuchtungen lässt sich über die eigens dafür entwickelte Prüfsoftware einstellen. Die Ringe der Streiflichtbeleuchtung sind individuell ansteuerbar. Auf diese Weise kommt für jeden Teiletyp die bestmögliche Beleuchtungskombination zum Einsatz.

Die Kameras sind im Inneren der Prüfzelle verborgen und geschützt eingebaut. Aufgrund der speziell eingesetzten Optik ist ein Fokussieren, also Scharfstellen, für die Bildaufnahme nicht erforderlich. Eine siebte Kamera kontrolliert von oben, ob das Teil mittig genug positioniert ist.

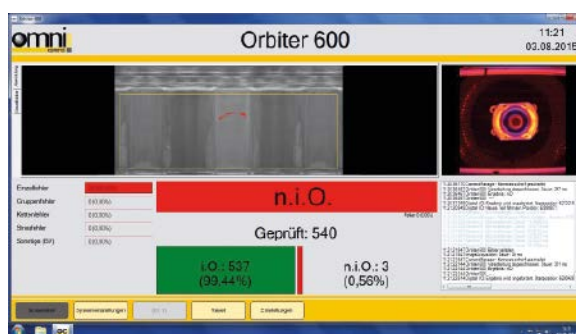


360°-Oberflächenkontrolle im Durchlauf auf nur 1m<sup>2</sup> mit dem Orbiter600

Durch die Verwendung von modernen, ultrahellen LEDs kann die Belichtungszeit der Kameras auf eine Millisekunde begrenzt werden. Dadurch gibt es praktisch keine Verzerrungen bei der Aufnahme eines sich bewegenden Teils. Die LED-Ringe für das Streiflicht von oben lassen sich, in der Helligkeit und zum jeweiligen Teil passend, individuell einstellen. Der große Schärfiefenbereich reicht dank spezieller Optik der Farbkameras von 30 bis 110 mm.

Aufgrund der kompakten Baugröße von 1 m<sup>2</sup> Platzbedarf passt das System praktisch in jede Produktionshalle. Es eignet sich hervorragend zur 360°-Oberflächenprüfung der Mantelfläche von Rundteilen.

[www.omni-control.de](http://www.omni-control.de)



Prüfsoftware: Abwicklung mit Fehlererkennung; das fehlerhafte Prüfteil wird ausgemustert.

**LUMIMAX**<sup>®</sup>  
POWER LIGHTS FOR MACHINE VISION  
[www.lumimax.de](http://www.lumimax.de)



**Kameragehäuse!**

autoVimation.com



# Produkte

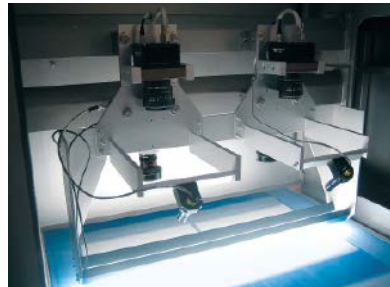
## 3D-Bildverarbeitung mit Oberflächeninspektion

Signum stellt eine Kombinationen von bewährten Lösungsansätzen vor: Die 3D-Bildverarbeitung inklusive einer schnellen Oberflächeninspektion und Aufdruckkontrolle, die bereits seit Jahrzehnten eine Domäne des Anbieters sind.

3D-Punktwolken beinhalten noch lange nicht alle Informationen, wie sie vielfach von optischen Inspektionssystemen benötigt werden. In Kombination mit einer Oberflächeninspektion (in Farbe oder SW) lassen sich mehr Störungen als bisher finden. Zum Beispiel können nun auch Dellen auf bedruckten Oberflächen ge-

funden werden, die bei der reinen Aufdruckkontrolle nicht aufgefallen wären.

Die 3D-Bildverarbeitung mittels Lasertriangulation lässt sich hervorragend mit den bewährten Methoden der Oberflächeninspektionen und Aufdruck-Kontrollen von Signum kombinieren. Signum setzt dazu vielfach Zeilenkameras ein. Das Bildfeld einer Zeilenkamera und das Bildfeld einer Lasertriangulationskamera können problemlos gleich groß justiert werden. Auf diese Weise lassen sich die Bildinformationen beider Kameras sehr leicht



übereinander legen und unter mehreren Aspekten auswerten. So lassen sich zusätzlich zu typischen Oberflächenfehlern auch Inhomogenitäten in der Höhe finden. [www.signum-vision.de](http://www.signum-vision.de)

## Blitzbare Linienbeleuchtungen reduzieren Aufwand

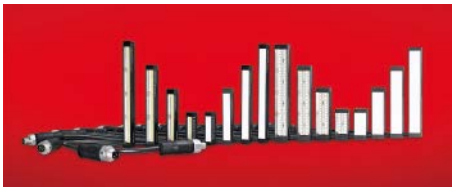
Vision & Control hat seine neue Serie an blitzbaren Linienbeleuchtungen auf die Anforderungen der industriellen Bildverarbeitung abgestimmt. Sie erweitern damit das Spektrum der 7 mm- und der 14 mm-Linienbeleuchtungen. Betreiben lassen sie sich sowohl mit dem Be-

leuchtungscontroller Vicolux DLC 3005 als auch mit handelsüblichen Controllern anderer Hersteller. So ist jede Beleuchtung sehr flexibel einsetzbar: als Dauerlicht und auch als Blitzbeleuchtung. Der Nutzen für die Praxis: Der Anwender muss eine geringere Typenvielfalt bevorraten.

Im Programm sind blitzbare Linienbeleuchtungen mit einem M8-Kabelanschluss in Breiten von 7 und 14 mm und in Längen von

25 bis 250 mm, jeweils in den Standardfarben Weiß, Rot, Blau und IR. Als Lichtführungen gibt es: gerichtet, diffus und lenticular. Somit sind die Beleuchtungen sowohl für Anwendungen mit Auflicht als auch für solche mit Durchlicht optimal geeignet. Weil die Beleuchtungen mechanisch kompatibel mit der Bauform der 7 mm und 14 mm Vicolux-Beleuchtungen sind, lassen sie sich einfach in bestehenden oder bereits geplante Anlagen integrieren.

[www.vision-control.com](http://www.vision-control.com)



## Neue Machine-Vision-Kameraserie

Mikrotron stellt eine neue Linie von kompakten hochauflösenden CoaXPress Machine-Vision-Kameras vor. Ausgestattet mit einem hoch entwickelten On-Semi Python CMOS-Sensor, bieten die EoSens 25CXP+ und EoSens 12CXP+ 70% mehr Lichtempfindlichkeit gegenüber der vorherigen Generation von 25-Megapixel CoaXPress Kameras. Die CXP+ Kameramodelle zeichnen sich aus durch eine robuste und kompakte Bauweise (80 x 80 x 66 mm) und sind für den Einsatz in rauen Umgebungen entwickelt worden. Die Kameras benötigen keinen Lüf-

ter und gewährleisten so vibrationsfreien Betrieb. Beide Kameramodelle haben einen Global-Shutter, eine außergewöhnliche Lichtempfindlichkeit von 5,8 V / Lux @ 550 nm und verfügen über eine 4-Kanal-CXP-6 CoaX-



Press V1.1 Schnittstelle, die Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 25 Gigabit pro Sekunde in Echtzeit überträgt.

Die EoSens 25CXP+ erfasst über 80 Bilder pro Sekunde bei 5.120 x 5.120 Pixelauflösung und liefert über 165 Bilder pro Sekunde bei 4.096 x 3.072 Pixelauflösung. Wird die Auflösung auf 1.024 x 768 Pixel reduziert, kann die Bildrate auf bis 765 Bildern pro Sekunde erhöht werden.

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

# Schneider-Kreuznach

Besuchen Sie uns auf der Optatec in Frankfurt Halle 3 E23

## Filter für den industriellen Einsatz

- Automatisierte Prozesskontrolle
- Laseranwendungen
- Schutz- und Schauglas
- Kontrasterhöhung
- Messtechnik
- Sonderanfertigung

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

### Acht neue Modelle vorgestellt

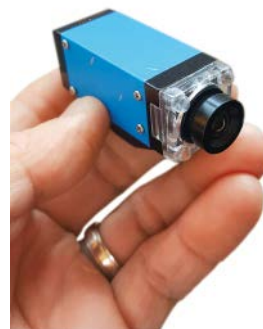
Ab sofort sind acht neue Basler Ace Modelle mit den CMOS-Sensoren der Python-Serie von ON Semiconductor verfügbar. Die Modelle verfügen über Auflösungen von 2,3 bis 5 Megapixel und werden ab sofort in Serie produziert. Diese acht Modelle ergänzen die insgesamt 28 neuen Kameras der Ace Reihe, die mit Sensoren der Sony Pregius Reihe und Python Sensoren von On Semiconductor ausgestattet sind. Diese Kameras zeichnen sich insbesondere durch die Kombination aus kleiner Bauform, großen, leistungsstarken CMOS-Sensoren mit



modernster Global Shutter-Technologie und ein exzellentes Preis-Leistungs-Verhältnis aus. Die acht neuen ace Kameras liefern bis zu 150 Bilder pro Sekunde und verfügen über

das einzigartige Feature-Set PGI. Alle neuen Ace Modelle sind GigE Vision bzw. USB3 Vision Standard-konform.

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



### Neuer Vision Sensor mit leistungsfähiger Hardware

EVT präsentiert eine neue EyeSens-Serie. Die EyeSens-ZQ-Vision-Sensoren sind viel kleiner als die bereits bekannten EyeSens Sensoren und sind dennoch leistungsfähiger, da sie über eine ZYNQ-Hardware verfügen. Durch den leistungsstarken ZYNQ Prozessor mit Dual Core ARM kann EyeSens ZQ Bildverarbeitungsaufgaben schneller lösen als herkömmliche Vision Sensoren. Durch die kompakte Bauform, das geringe Gewicht und der bereits eingebauten Beleuchtung ist die Kamera für den Einsatz in schwierigen Platzverhältnissen bestens geeignet. Besonders bei der Verwendung und Montage an Roboterarmen ist das geringe Gewicht maßgeblich.

Zur Verfügung steht nicht nur die EyeSens Sensor-Software, sondern auch die komplette EyeVision Softwareplattform. Zusätzlich dazu gibt es die Option mit integriertem FPGA, um leistungsfähige und schnelle Bildvorverarbeitung zu betreiben.

[www.evt-web.com](http://www.evt-web.com)

### IP-Kameras zu intelligenten Kameras machen

Mit dem neuen Q-Board präsentiert Vision Components eine Platine, mit der Anwender ihre bereits vorhandenen IP-Kameras schnell und einfach und mit minimalem Platzbedarf zu intelligenten ITS-Systemen aufrüsten können. Das Q-Board kann mit jeder herkömmlichen IP-Kamera verbunden werden. Dank softwareseitig integrierter Ffmpeg-Bibliothek wird seit kurzem auch Streaming unterstützt. So ist ein bequemer Anschluss an das eigene

Datennetz gewährleistet – fast alle üblichen IP-Streaming-Protokolle, Video-Codecs und Containerformate werden unterstützt.

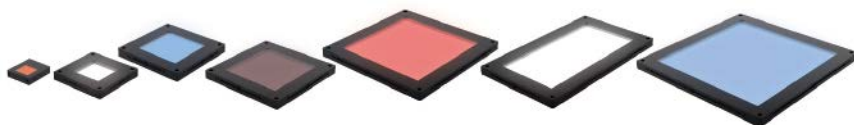
Das kompakte Board mit den Maßen 40 x 50 mm basiert auf dem ARM-Dual-Core-Prozessor ZYNQ mit 2 x 866 MHz und ist mit der Carrida Software Engine, einer ANPR/ALPR-Bibliothek, ausgestattet. Mit einer Lesegenauigkeit von mehr als 96% erkennt sie zuverlässig Kennzeichen – selbst verschmutzte, beschädigte oder schräg angebrachte. Kamera und Platine werden mittels Switch verbunden, anschließend empfängt die Carrida Software automatisch den Videostream. Die so empfangenen Daten werden direkt auf dem Q-Board verarbeitet. Anwender erhalten somit eine mit wenigen Handgriffen integrierbare Hardware-Lösung mit einsatzbereiten Funktionen, die ihnen eine komfortable Aufrüstungsmöglichkeit für bestehende Systeme bietet.

[www.vision-components.com](http://www.vision-components.com)



### Neue magnetrongespaltete Langpassfilter

Schneider-Kreuznach präsentiert neue magnetrongespaltete Langpassfilter. Die vier neuen Wellenlängen LP 765 HT, LP 780 HT, LP 850 HT sowie LP 900 HT erweitern die bestehende Serie an Langpässen. Sie bestechen insbesondere durch steile Kanten und hohe Transmission bei sehr geringer Schwankung der Kantenlage. Durch die gute Oberflächenqualität sind sie ideal geeignet für anspruchsvolle Bildverarbeitungssysteme in Produktionsstraßen. Alle Langpassfilter verfügen über eine hervorragende Antireflexbeschichtung. Die neuen Langpassfilter werden im Rahmen des Industriefilterportfolios mit schmalen und breiten Bandpässen, Kurzpässen und UV-IR-Sperrfiltern vorgestellt.



### Flat-Dome-Lichter

CCS neue LFX3 kann am besten als ein Flat-Dome-Licht beschrieben werden. Diese LED-Beleuchtung kann Teile mit sehr einheitlicher Leuchtkraft ausleuchten und erlaubt die Überprüfung von Teilen mit stark reflektierenden Oberflächen und Unebenheiten, ohne Schatten oder dunkle Flecken zu erzeugen.

Das neu konzipierte Gehäuse bietet dank der integrierten Montagelöcher und Nutensteine mehr Funktionalität, was die Serie LFX3 zu einer benutzerfreundlichen Lösung macht,

weil sie einfach an Fertigungslinien und in Maschinen montiert werden kann. Mit einer Höhe von 13,1 mm ist das neue Gehäuse extrem dünn und nimmt besonders wenig Platz ein.

Durch die Entwicklung der neuen optischen Systeme und der höheren LED-Leuchtkraft erreicht die neue Serie LFX3 das Dreifache an Helligkeit der vorigen Modelle. CCS kann jetzt auch eine breitere Palette an Größen und Farben im Standardsortiment anbieten.

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

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



### Neue Software-Version

MVTec bringt am 20. Juni Merlic 2.1 auf den Markt. Das neue Minor Release bietet weitere Verbesserungen bestehender Features, eine optimierte Usability sowie Bugfixes. So lassen sich Machine-Vision-Anwendungen noch einfacher und komfortabler zusammenstellen. Die Software wird erstmalig als 64-Bit-Version erhältlich sein. Dies ermöglicht die Erstellung hochauflösender 64-Bit-Applikationen, die einen entsprechend großen Speicher benötigen. Überdies ist Merlic in der neuen Version zusätzlich zu den bestehenden sieben Sprachen jetzt auch auf Spanisch und Italienisch erhältlich.

Eine wichtige Neuerung besteht zudem in der Erweiterung der Merlic-Engine, die mit dem vorangegangenen Major Release Merlic 2 neu eingeführt wurde. Neben einer allgemeinen Performance-Verbesserung ist es nun auch möglich, extern aufgenommene Bilder als Eingabeparameter zu übergeben und dann in der Merlic-Engine zu verarbeiten.

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

### Infrarotkamera mit Camera-Link-Schnittstelle

Allied Vision bietet ab sofort die Kameraserie Goldeye SWIR (short-wave infrared) auch mit Camera-Link-Schnittstelle an. Die Goldeye-Modelle -008, -032 und -033 sind damit wahlweise mit GigE Vision- oder Camera-Link-Schnittstelle erhältlich. Die vielfältigen Einsatzmöglichkeiten der beliebten Goldeye-Reihe werden damit um einen weiteren Freiheitsgrad erweitert. Goldeye CL (Camera Link) Kame-

ras sind mit einer Camera Link Base-Schnittstelle mit SDR-Stecker ausgestattet und sind voll kompatibel mit Standard-Framegrabbern. Auch die neueste Generation von Framegrabbern, die das GenCam Control Protocol (GenCP) nutzen, wird unterstützt. Die Kameras sind somit für die Unterstützung des Camera Link 3.0 Standards bereits vorbereitet und ermöglichen damit eine besonders einfache Kamera-konfiguration. [www.alliedvision.com](http://www.alliedvision.com)



JAI.COM

# Give your next vision system a SPARK...



### ... mit der schnellsten 12-Megapixel-Flächenkamera der Welt.

Bringen Sie Ihr Bildverarbeitungssystem auf eine neue Stufe: mit einer Kamera aus der Spark Serie von JAI. Unsere neueste Spark, die SP-12000-CXP4, liefert 12-Megapixel-Bilder mit blitzschnellen 189 fps\* – eine bemerkenswerte Kombination aus Geschwindigkeit und Qualität. Oder wählen Sie eines der anderen Modelle der Spark Serie, mit zahlreichen Schnittstellenoptionen, die Ihre Anforderungen erfüllen.

Weitere Informationen finden Sie auf [www.jai.com/spark](http://www.jai.com/spark)

\* Mit CoaXPress interface

### Die Spark Serie:

SP-20000  
20-Megapixel



- ✓ 5120 X 3840 pixel
- ✓ 30 fps\*
- ✓ 6.4 µm x 6.4 µm
- ✓ 8/10/12-bit
- ✓ CMOS global shutter
- ✓ USB, CL, CXP

SP-12000  
12-Megapixel



- ✓ 4096 X 3072 pixel
- ✓ 189 fps\*
- ✓ 5.5 µm x 5.5 µm
- ✓ 8/10/12-bit
- ✓ CMOS global shutter
- ✓ CXP, GigE LAG

SP-5000  
5-Megapixel



- ✓ 2560 X 2048 pixel
- ✓ 253 fps\*
- ✓ 5.0 µm x 5.0 µm
- ✓ 8/10/12-bit
- ✓ CMOS global shutter
- ✓ USB, GigE, CL, CXP



See the possibilities



### Kamera mit zweifachem Camera Link Interface

JAI hat die GO-2400-PMCL als das neueste Mitglied der Go Serie aus kleinen und leichten Industriekameras vorgestellt. Die neue Kamera ist mit einer Zwei-Kanal-Mini-Camera-Link-Schnittstelle ausgestattet, wodurch der Sony IMX174 CMOS-Sensor im 8-Bit-Dauerbetrieb 2,35-Megapixel-Bilder mit voller Auflösung und bis zu 165,5 Bildern pro Sekunde wiedergeben kann. Kameras mit dem IMX174-Bildgeber werden aufgrund des geringen Rauschens der CMOS-Sensortechnologie immer beliebter. Der Sensor bietet quadratische 5,86-Mikrometer-Pixel, eine Auflösung von 1.936 x 1.216 Pixel und eine Quantum Well Kapazität von über 30.000 Elektronen. Diese fortschrittliche Technologie ermöglicht Signal-

rauschabstände von über 60 dB und einen standardmäßigen Dynamikbereich von fast 72 dB. Als Teil der Go Serie von JAI integriert die neue GO-2400-PMCL den IMX174 Sensor in einem kleinen und kompakten Gehäuse (29 x 29 x 41,5 mm, ohne Objektiv) und wiegt dabei nur 46 g – eine der leichtesten Kameras mit dieser Auflösung. Noch wichtiger ist, dass die Kamera hohen industriellen Qualitätsstandards wie 80g Stoßfestigkeit, 10g Schwingungsfestigkeit und einem Betriebstemperaturbereich von -5°C bis +45°C entspricht. Dadurch wird eine MTBF (Mean Time Between Failure)-Spezifikation von über 200.000 Stunden erzielt.

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



### Automatisiertes Richtkitten von Linsen mit stark gekrümmten Radien

Trioptics stellt sein Multicentric Cementing System für das automatisierte Richtkitten vor, das jetzt auch Linsen mit stark gekrümmten Radien ausrichtet. Multicentric Cementing richtet die obere Linse eines Dubletts zur optischen Achse der unteren Linse aus. Dieser Prozess richtet direkt zur optischen Achse aus, ist unabhängig von der Ge-

nauigkeit der Linsenhalterung und liefert deshalb Dubletts mit höchster Qualität. Dieser automatisierte Richtkittprozess ist unabhängig von der Erfahrung des Operators und liefert zuverlässig Kittergebnisse von besser 2 µm. Dabei beträgt die Zykluszeit weniger als 10 s mit dem innovativen Multicentric Messkopf.

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



### Oberflächenspiegel mit hoher Ebenheit

Edmund Optics präsentiert die neue Techspec UC Serie von Objektiven mit Festbrennweite. Diese kosteneffizienten und ultrakompakten Objektive wurden für den Einsatz mit allen kleineren Kamerasensoren entworfen und eignen sich ideal für eine große Bandbreite von Anwendungen wie Automatisierung, Inspektion und biomedizinische Messtechnik. Entwickelt für Pixel mit einer Größe von  $\leq 2,2\mu\text{m}$ , liefert die UC Serie von Objektiven eine hohe Auflösung ( $>200\text{ lp/mm}$ ) auf der ganzen Sensorfläche. Diese RoHS konformen Objektive sind in fünf

Brennweiten, von 4 bis 25 mm, verfügbar. Die Objektive sind für  $1/2,5''$  Sensoren optimiert, eignen sich jedoch je nach Brennweite auch hervorragend für Sensoren mit einer Größe von mindestens  $1/2''$  oder sogar  $1/1,8''$ . UC Objektive sind mit allen C-Mount-Kameras kompatibel, was die Integration signifikant erleichtert, und bieten eine Blende und einen Fokusring mit versenkten Feststellschrauben, um eine unabsichtliche Verstellung des Objektivs zu verhindern.

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



### Software Suite für Windows 10 WHQL-zertifiziert

Ab sofort steht die neueste Version 4.80 der IDS Software Suite kostenlos zum Download auf der Website des Kamera-Herstellers bereit. Das Treiberpaket für die USB 2.0, USB 3.0 und GigE Industriekameras von IDS ist jetzt auch für Windows 10 WHQL-zertifiziert und unterstützt u.a. die in Kürze erhältlichen Modelle der USB 3 uEye CP Kamerareihe mit den schnellen Python Sensoren von ON Semiconduc-

tor. Diese CMOS-Sensoren sind für besonders hohe Frameraten ausgelegt. Gesetzte AOIs (Area of Interests) können sowohl horizontal als auch vertikal partiell ausgelesen werden, sodass Spitzengeschwindigkeiten von über 1.000 fps möglich werden. Dadurch eignen sie sich optimal für Slow-Motion- oder High-Speed-Tracking-Anwendungen.

[www.ids-imaging.com](http://www.ids-imaging.com)

Falcon - das Original ist rot. (T. 07132 99169-0)

# FALCON

LED-Beleuchtungen für die industrielle Bildverarbeitung

[www.falcon-illumination.de](http://www.falcon-illumination.de)

Labor Pre-Test

### Faseroptische LED-Lichtquelle

Polytec präsentiert die neue faseroptische Lichtquelle CV-LS von Moritex (ehemals Schott). Die Neuentwicklung erreicht eine dreimal höhere Helligkeit als das Vorgängermodell LLS3 und stellt eine hervorragende Alternative zu Halogenlichtquellen in der Bildverarbeitung dar. Sie verfügt über eine Equalizer-Funktion, die mit Hilfe einer integrierten Fotodiode das Licht permanent misst und nachregelt. Als Schnittstellen stehen digitale Eingänge über ei-

nen Multiport, analog 0 bis 5 V, ein Potentiometer, USB (virtueller RS-232-Anschluss) sowie Dual-Ethernet zur Verfügung. Das heißt, ein 10/100 Ethernet-Switch, bei dem jeder Port auch zum Netzwerk-Anschluss der Lichtquelle genutzt, und der zweite Port für die Verbindung weiterer Lichtquellen desselben Netzwerks untereinander verwendet werden kann. Weitere Verbesserungen sind ein vibrationsunempfindlicher, selbstverrie-



gelnder Anschluss für die Spannungsversorgung, eine robustere Auslegung und verbesserte elektromagnetische Verträglichkeit.

[www.polytec.de/cv-ls](http://www.polytec.de/cv-ls)



### CMOS-Vorteile mit Objektiven nutzen

Bildverarbeitungssysteme in Fertigungsanlagen, der Qualitätsinspektion, in Logistik und Robotik unterliegen oft direkt oder indirekt starken Erschütterungen und schnellen Bewegungen. Mit der neuen vibrationsfesten HC-V Objektserie von Kowa können Anlagenbauer selbst bei Verkipfung oder Rotation der Objektivs sowie extremen Vibrationen eine hohe Bildqualität ohne Pixelverschiebungen erzielen.

Optimiert für 1" Sensoren mit bis zu 4MP, können mit den HC-V Objektiven die Vorteile der modernen CMOS-Technologie dort genutzt werden, wo in rauen Umgebungen eine hohe Komponentenstabilität benötigt wird. Möglich macht dies der besondere mechanische Aufbau mit am Gehäuse verklebten inneren Glaselementen, doppeltem Muttergewinde für den Fokussiering und variablen Step-Up-Ringen für feste Blendenöffnungen. Die robuste HC-V Serie, deren optische Leistung Kowas HC-Serie entspricht, ist in sechs festen Brennweiten zwischen 8 und 50 mm über Kowas Distributor und Bildverarbeitungsspezialisten Framos erhältlich.

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

 **Baumer**  
Passion for Sensors

# Auf den Punkt gebracht.

EX-Kameras – Klein. Gut. Günstig.



Mit der EX-Serie bringen wir es auf den Punkt:  
Baumer Qualität zum kleinen Preis.

Sie wollen mehr erfahren?  
[www.baumer.com/cameras/EX](http://www.baumer.com/cameras/EX)



inspect award  
2017

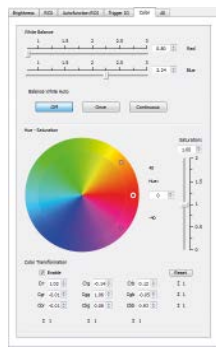
# Nominees Kategorie Vision

Es ist soweit – der erste inspect award geht in die entscheidende Phase: Die Jury hat aus vielen starken Einreichungen jeweils 10 Nominees in den drei Kategorien Vision (siehe diese und nächste Seite), Automation (Seite 42/43) und Control (Seite 64/65) ausgewählt. Aber welche Produkte bieten tatsächlich die meisten Innovationen, den besten Nutzen, das vielleicht ausschlaggebende Alleinstellungsmerkmal? Mit Ihrer Stimme entscheiden Sie, liebe Leser, welcher Kandidat Ihr „Winner“ sein soll. Die Produkte mit den meisten Stimmen werden die Sieger ihrer Kategorie.

**Jetzt abstimmen und gewinnen!**  
Auf [www.inspect-award.de](http://www.inspect-award.de) können Sie jetzt bis zum 30. September 2016 online abstimmen und haben eine Stimme pro Kategorie. Mit der Abstimmung nehmen Sie automatisch an der Verlosung einer hochwertigen Spiegelreflexkamera teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Abbildung  
ähnlich



## GenCam-SDK mit grafischer Benutzeroberfläche

Allied Visions Software Development Kit Vimba 2.0 kombiniert die Vorteile einer standardisierten GenCam-basierten Feature-Liste mit einer zeitgemäßen grafischen Benutzeroberfläche. Die einfach zu bedienenden Widgets ermöglichen einen schnellen Start sowie den Zugang zu den wichtigsten Kamerafunktionen. Erstanwender können intuitiv ihre Kamera konfigurieren, ihre Einstellungen speichern und in ihrer Applikation laden. In GenCam versierte Nutzer können weiterhin ihre Einstellungen über die standardisierte GenCam Feature-Liste vornehmen.

→ Allied Vision Technologies – [www.alliedvision.com](http://www.alliedvision.com)



## Vision-Sensoren bieten Leistungsstärke eines BV-Systems

Die In-Sight 2000 Serie von Cognex kombiniert die Leistungsstärke der In-Sight BV-Systeme mit der Einfachheit und dem günstigen Preis eines Sensors. Die Vision-Sensoren bieten eine ideale Lösung für die Defekterkennung. Die neue Serie verfügt über eine integrierte Hochleistungs-Bildzeugung mit austauschbaren Objektiven und einem zum Patent angemeldeten LED-Ringlicht. Zusammen mit der In-Sight Explorer Easy Builder Schnittstelle erreichen selbst unerfahrene Nutzer eine äußerst zuverlässige Inspektionsleistung in nahezu jeder Produktionsumgebung.

→ Cognex – [www.cognex.com](http://www.cognex.com)

## Intelligente Bildvorverarbeitung in der Kamera

Die Baumer LX Visual Applets Kameras sind eine neue Kameraklasse zur einfachen applikationsspezifischen Bildvorverarbeitung direkt im FPGA der Kamera – ganz ohne aufwändige und teure VHDL-Programmierung. Dank der Partnerschaft mit Silicon Software lassen sich Bildvorverarbeitungsaufgaben direkt über die grafische Entwicklungsumgebung Visual Applets umsetzen. Damit können Anwender die Kamerafunktionalitäten flexibel auf ihre Applikation anpassen und eine effiziente Datenübertragung bei sehr hoher Auflösung oder Geschwindigkeit sicherstellen.

→ Baumer – [www.baumer.com](http://www.baumer.com)



## Kompakte, flexible Objektive mit fester Brennweite

Die Objektive der Cx-Serie verfügen über eine vom Anwender leicht modifizierbare Baugruppe, welche die einfache Integration von Filtern, Flüssiglinsen oder elektrischen Blenden ermöglicht: Der Einsatz von Filtern innerhalb dieses Objektivs verbessert dessen Effizienz und senkt gleichzeitig die Kosten. Die Verwendung von Flüssiglinsen wird vereinfacht und erzielt bessere Ergebnisse im Vergleich zur Anordnung vor oder hinter dem Objektiv; der Einsatz von elektrischen Irisblenden ermöglicht die Steuerung des Lichtdurchlasses bei variierenden Lichtverhältnissen.

→ Edmund Optics – [www.edmundoptics.de](http://www.edmundoptics.de)







### Industriekamera mit Consumer-Features

Die USB 3 uEye XC (Modell UI-3013XC) mit 13 Megapixel CMOS-Sensor und Autofokus-Kameramodul von Sony verfügt über viele, nützliche Funktionen aus Consumer-Digicams: Autofokus, Live Full-HD Video mit 30 fps, 16-fachen Digitalzoom, automatische Weißabgleich, automatische Gegenlichtkorrektur, Gesichtserkennung und viele weitere nützliche Auto-Features. Das robuste Magnesiumgehäuse, schraubbare USB-Verbinders und eine langfristige Verfügbarkeit machen die USB 3 uEye XC industrietauglich. Auch die Form ist überraschend.

→ IDS – [www.ids-imaging.com](http://www.ids-imaging.com)

### High-End-Bildverarbeitungsplattform für Experten

Keyence bringt mit der Modellreihe XG-X die jüngste Generation seiner High-End-Bildverarbeitungsplattformen für BV-Experten auf den Markt. Während die zweite Generation XG-8000 vor allem Maßstäbe in Bezug auf Konnektivität gesetzt hat, fokussiert sich Keyence bei der dritten Generation XG-X nun auf die Leistungsdaten von Controller-Hardware und Software. Extreme Datenmengen von hochauflösenden Kameras (bis zu 21 MP) und 3D Sensoren erfordern extreme Rechenleistung des Embedded Controllers, der das Herzstück des Systems darstellt.

→ Keyence – [www.keyence.de](http://www.keyence.de)



### Vibrationsfeste 1-Zoll-Objektivserie

Kowa hat eine neue vibrationsfeste 1-Zoll-Objektivserie herausgebracht. Mit der 4MP HC-V Serie sind Messungen ohne Pixelverschiebung selbst bei Verkippung der Optiken und in Umgebungen mit hohen Vibrationen möglich. Damit ist die Optik optimal für Robotics-Anwendungen und 3D-Vermessungen geeignet. Dies wird durch den besonderen Aufbau der Objektive möglich: Die inneren Glaselemente sind verklebt, der Fokussiering hat ein doppeltes Muttergewinde und für verschiedene Blendenöffnungen gibt es variable Step-Up Ringe.

→ Kowa Optimed – [www.kowa-europe.com](http://www.kowa-europe.com)



### Flotte Inspektionserstellung ohne Bildverarbeitungskenntnisse

Die Smart Camera mvBlue Gemini vereint leistungsstarke Hardware mit intuitiv bedienbarer Software und ermöglicht es Anwendern ohne Programmier-Knowhow und Entwicklern ohne Bildverarbeitungskenntnisse Inspektionsaufgaben visuell, schnell und kostengünstig umzusetzen. Dies erreicht die Smart Camera durch die neue Software mvImpact Configuration Studio kurz ICS. Die intuitive Benutzerführung mittels Wizards und die Reduzierung auf wesentliche Parameter unterstützt den Anwender und beschleunigt infolgedessen die Applikationsentwicklung.

→ Matrix Vision – [www.matrix-vision.de](http://www.matrix-vision.de)

### Extrem helle Flächenbeleuchtung für Highspeed-Kameras

Phlox setzt spezielle optische Verfahren in seinen Flächenbeleuchtungen ein. Das von LED-Zeilen eingekoppelte Licht wird über eine PMMA Lichtplatte abgestrahlt. Der Herstellungsprozess mit einem CO<sub>2</sub>-Laser ermöglicht die Kombination aus Refraktion und Diffusion bei der Lichtabstrahlung und erhöht hierdurch die Helligkeit der Flächenbeleuchtungen maßgeblich. Bis zu 90 % des eingespeisten Lichts werden von der Lichtplatte extrem homogen abgestrahlt. Die Helligkeit kann bis zum Zweifachen von Beleuchtungen, die nur auf Lichtstreuung basieren, erreichen.

→ Phlox – [www.phlox-gc.com](http://www.phlox-gc.com)



### 2D und 3D mit nur einer Kamera

Die 3D Lichtfeld-Technologie erlaubt es mit nur einer Kamera, durch ein Objektiv, in nur einer Aufnahme mit normaler Beleuchtung gleichzeitig ein 2D und 3D Bild aufzunehmen. In einer Lichtfeldkamera ist ein Mikrolinsenarray direkt vor dem Bildsensor platziert, sodass sich jede der Mikrolinsen wie eine kleine Kamera verhält. Aus der Kombination dieser Mikrokameras wird dann die 3D Information berechnet. Die komplette 2D und 3D Information wird in nur einem Bild gespeichert, so dass hohe Bildraten und die Verwendung von Blitzlicht möglich sind.

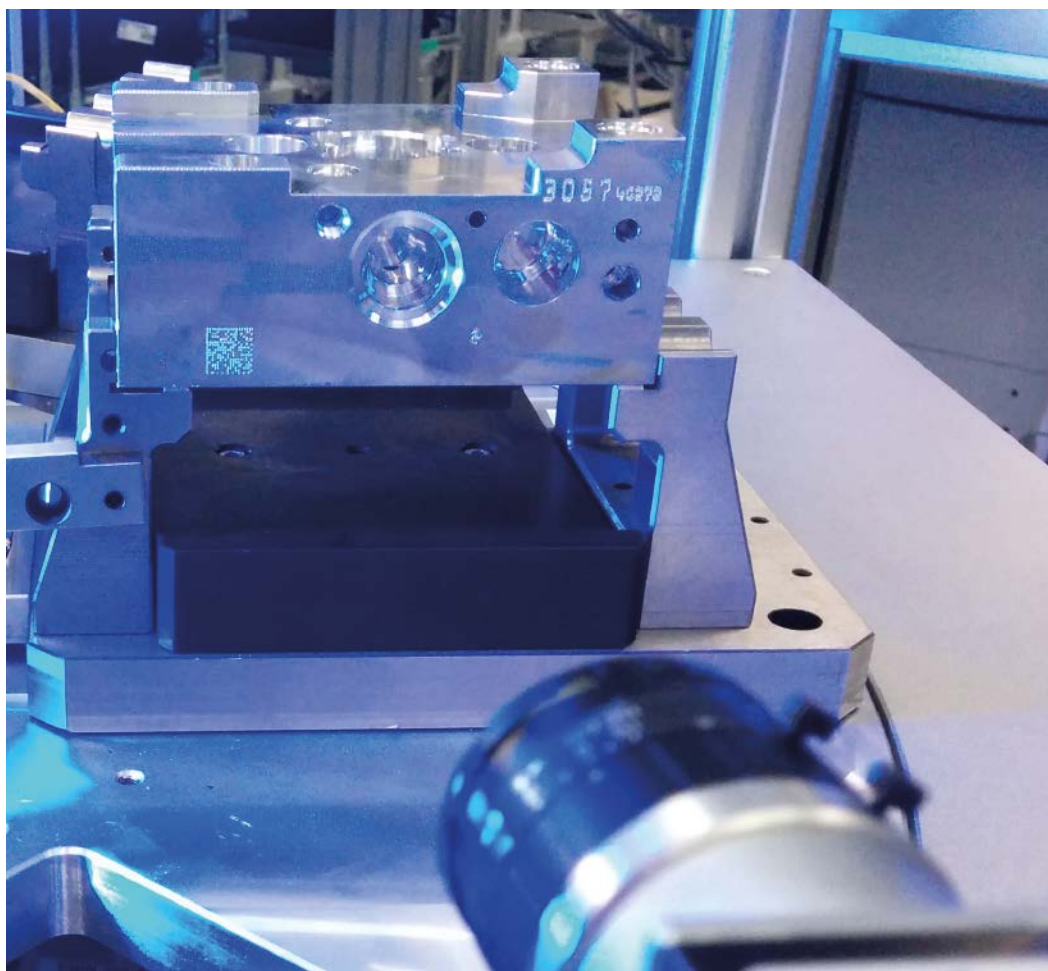
→ Raytrix – [www.raytrix.de](http://www.raytrix.de)



## inspect vor Ort ...

... bei Continental in Frankfurt am Main

Während die öffentlichen Medien die Hoffnung auf die bald bevorstehende Serienreife des selbstfahrenden Autos schüren, bleibt die automobiler Wirklichkeit meist hinter den überzogenen Schlagzeilen verborgen. Diese Wirklichkeit ist jedoch extrem spannend. Und dort, wo die Entwicklung und Produktion hochintelligenter Systemkomponenten die automobiler Zukunft entstehen lässt, geht nichts mehr ohne optische Sichtprüfung und industrielle Bildverarbeitung. Wie etwa bei Continental, einem der weltweit größten Automobilzulieferer moderner Bremsanlagen in Frankfurt.



Lesen eines Datamatrix Codes

# Mit absoluter Sicherheit sicher

## Der Einsatz der Bildverarbeitung in der Produktion von Bremssystemen

**S**pricht jemand in Frankfurt von der „Bremsbude“, ist das nicht abfällig gemeint, sondern zeugt von Respekt und Verbundenheit mit einem starken und traditionsreichen Industrieunternehmen und einem der international bedeutendsten Automobilzulieferer, Continental.

Historisch ist Frankfurt ein alter Standort der ehemaligen Alfred Teves GmbH, die 1998 von der Continental AG aufgekauft wurde. Und hier in Frankfurt-Rödelheim befindet sich auch die Zentrale der Division Chassis & Safety, eine von drei Automotive Divisionen der insgesamt fünf Divisionen im gesamten Unternehmen. Von den

weltweit ca. 40.000 Mitarbeitern der Division Chassis & Safety sind ca. 4.000 in Frankfurt beschäftigt.

Am Rödelheimer Standort sind außerdem Entwicklung und Produktion angesiedelt. Es werden u.a. Bremssysteme zur Serienreife gebracht, mit denen die Sicherheit von Fahrzeugen immer weiter verbessert wird und deren neueste Generation auch den Einsatz extrem leistungsfähiger Fahrerassistenzsysteme ermöglicht.

Sozusagen direkt neben dem Labor werden auf der eigenen Teststrecke Bremssysteme in den verschiedenen Fahrzeugklassen und Modellen namhafter Fahrzeughersteller gefahren und getestet.

Das Prüfen und Testen in der automatisierten Fertigung bei Continental ist auch ein dominantes Thema im Bereich Central Industrial Engineering. Hier werden Produktionsanlagen für die weltweiten Standorte konzipiert, entworfen und realisiert.

„Wir sind in diesem Zusammenhang auch die Schnittstelle zu den Produktentwicklern, mit denen wir das Anlagenkonzept erarbeiten“, erläutert Nuria Garrido López, Teamleiterin Vision Systeme im Bereich „Central Control and Production IT“. „Die bei uns entwickelten Anlagen werden in großen Stückzahlen im Konzern eingesetzt. Wird beispielsweise eine Produktionsanlage für Japan entwickelt, wird diese hier projiziert und dann vor Ort, auch unter Einbeziehung lokaler Anbieter, installiert.“

### Die Kundenprodukte stehen im Mittelpunkt

Die Produkte, die in Frankfurt entwickelt werden, sind in modernen Fahrzeugen unverzichtbar, denn sie regeln und steuern die komplette Bremsanlage. Die Systeme stellen sicher, dass ein Fahrzeug in einer kritischen Situation kontrollierbar bleibt. Als ESP (Elektronisches Stabilitätsprogramm) und ABS (Antiblockiersystem) sind diese Funktionen den meisten Autofahrern geläufig.

Als zentrale Steuereinheiten regeln die elektronischen Bremssysteme zahlreiche Funktionen anhand von Daten, die im Fahrzeug erfasst werden. Muss der Autofahrer beispielsweise im Falle einer drohenden Kollision eine Vollbremsung ausführen, werden die Daten in Sekundenbruchteilen analysiert und das System steuert die Räder so, dass sie nicht blockieren und das Fahrzeug nicht ins Schleudern gerät.

Soll das Bremssystem zuverlässig arbeiten, muss es viele Faktoren, wie die Geschwindigkeit oder die Masse des Fahrzeugs, berücksichtigen. Es wird daher exakt an den jeweiligen Fahrzeugtyp und dessen Dynamik angepasst.

Zum kompletten Bremssystem gehören natürlich mehr als nur diese intelligenten Bauteile. Es gibt weitere Aktoren und Sensoren, die von anderen Chassis & Safety Business Units zugeliefert werden. Alle Kompo-

nenten zusammen garantieren schließlich, dass der Autofahrer sicher bremsen kann.

„Unser weit verbreitetes Standardprodukt MK 100 oder die neue MK C1 repräsentieren sozusagen die Intelligenz des Bremssystems“, betont Nuria Garrido López.

Die MK 100 (Abb. 1) ist ein sehr ausgefeiltes skalierbares Produkt, das eine hohe Flexibilität bietet und einen wichtigen Teil des Tagesgeschäfts bei Continental repräsentiert. Es kann in zahlreichen Fahrzeugarten, beginnend beim Motorrad bis hin zum schweren LKW eingesetzt werden und wird dabei entsprechend der verwendeten Fahrzeugplattform kundenspezifisch angepasst.

Die MK C1 (Abb. 2) repräsentiert die neueste Generation der elektro-hydraulischen Bremssysteme. Bei der MK C1 sind die Funktionen der Bremsbetätigung, des Bremskraftverstärkers sowie des Regelsystems (ABS, ESP) in einem kompakten und gewichtseinsparenden Bremsmodul zusammengefasst. Die Integration spart Gewicht und somit auch Kraftstoff. Es reagiert auch schneller als bisherige Systeme und baut schneller den Bremsdruck auf, was den Bremsweg reduziert. Dabei ist es bereits für den Einsatz mit weiterentwickelten Fahrerassistenzsystemen ausgelegt.

In Frankfurt-Rödelheim werden die verschiedenen Varianten der zwei Produktfamilien gefertigt. Die Produktion mit einer 100 %-Qualitätsprüfung erfolgt auf den für diese Produktfamilien jeweils konzipierten automatisierten Fertigungsanlagen.



**Abb. 1:** Die MK 100 basiert auf einer modularen Produktfamilie und lässt sich beliebig skalieren. Mit der MK 100 ESC lassen sich bereits Sicherheits- und Assistenzfunktionen darstellen.

### Qualitätskontrolle für lebenswichtige Komponenten und Systeme

Elektronische Bremssysteme müssen in Bruchteilen einer Sekunde korrekt und präzise funktionieren. Sie sind in höchstem Maße sicherheitsrelevant, und dementsprechend hat die Qualitätsprüfung und -kontrolle den allerhöchsten Stellenwert in deren Fertigung.



**Abb. 2:** MK C1 – dynamischer und effizienter bremsen durch Integration

Jede einzelne Systemkomponente muss genau auf das fertige Endprodukt abgestimmt sein. Allerdings muss dafür auch mehr Sicherheit in die Produktion eingebracht werden, um dann auch diese Sicherheit im Straßenverkehr zu haben. Das betrifft den gesamten Weg vom Lieferanten bis zur Auslieferung des Endprodukts an den Kunden. Auf diesem gesamten Weg gibt es Bildverarbeitungssysteme als Bestandteil flexibler Fertigungsanlagen, die in den Verantwortungsbereich des Central Industrial Engineering der Division Chassis & Safety fallen.

In der Final Assembly werden auch zahlreiche Komponenten, die Continental selbst produziert, in die Endprodukte verbaut. Die Produktionsüberwachung für diese Komponenten übernimmt ebenfalls die Bildverarbeitungsgruppe des Central Industrial Engineering. Diese Bauteile haben einen Datamatrix Code, um die Nachverfolgbarkeit sicherzustellen. Das Bildverarbeitungsteam legt daher auch die Bildverarbeitungssysteme fest, die diese Datamatrix Codes verifiziert und lesen.

In der Herstellungsphase wird der Datamatrix Code gelesen und damit verifiziert, dass jedes einzelne individuell markierte Teil korrekt zugeordnet werden kann. So lässt sich sicher überprüfen, dass für das jeweilige System und den jeweiligen Kunden exakt die richtigen Bauteile an der richtigen Stelle verbaut werden.

„Wir erhalten für die Final Assembly die perfekt gefrästen und gekennzeichneten Blöcke. Die werden dann nicht mehr geprüft. Traceability ist daher für uns ein sehr wichtiges Thema“, erklärt Nuria Garrido López.

### Flexible Automatisierung im Reinraum

Dass bei der Endfertigung der elektronischen Bremssysteme höchste Sorgfalt gefordert ist, bedingt auch, dass die Final Assembly unter Reinraumbedingungen erfolgt. Schon die sensible Elektronik, die verbaut wird, legt nahe, den Menschen als Kontaminationsquelle vom Produkt fernzuhalten

*Fortsetzung auf S. 36*

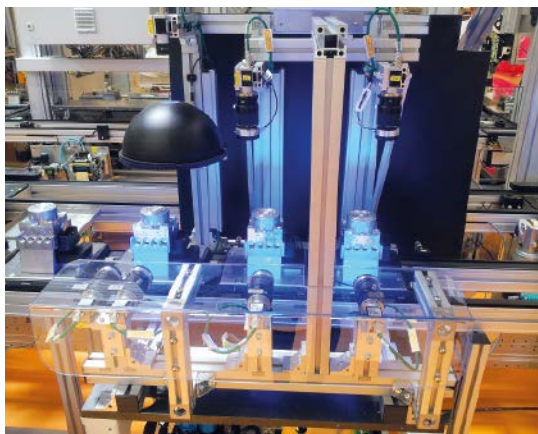


Abb. 3: Qualitätssicherung durch Bildverarbeitungssysteme am optischen Prüfstand einer MK 100

und den Prozess möglichst vollständig zu automatisieren. Die Automatisierung mit Hilfe der Bildverarbeitung ist unter diesem Aspekt nicht nur ein Qualitätskriterium sondern auch ein Sicherheitskriterium, indem Fehler durch menschliche Eingriffe weitestgehend ausgeschlossen werden (Abb. 3).

Dabei ist es nicht zwingend, dass eine Automatisierung mehr Bildverarbeitung erfordert als Anlagen, bei denen noch der Mensch eingreift, etwa bei der Befüllung. Es kann durchaus sein, dass in eben diesem Fall mehr Bildverarbeitung nötig wird, um eventuelle menschliche Fehler abzufangen, besonders, wenn es um sicherheitsrelevante Produkte geht. Die Bildverarbeitung hilft bei der Absicherung der Produktion jedoch in jedem Fall, ob mit einer 100 %-Automatisierung gearbeitet werden kann oder nur mit einer 50 %-Automatisierung.

Die bei Continental eingesetzten optischen Systeme tragen dazu bei, den Prozess zu automatisieren und noch genauer und präziser zu produzieren (Abb. 4 u. 5). Muss z. B. ein Teil in einem Winkel von 25° und einer Genauigkeit von 0,01 montiert werden, kann dies kein Mitarbeiter mit der geforderten Geschwindigkeit leisten. Dagegen erkennt ein Bildverarbeitungssystem schnell und präzise, wo das Teil sich befindet, welche Position es hat und wie es gedreht werden muss.

Die Prüfung wird dann etwas komplizierter, wenn sich bestimmte Fehler dadurch anders darstellen, dass unterschiedliche Lieferanten in ihrer Fertigung andere Maschinen und Werkzeuge verwenden.

Schließlich besteht auch eine besondere Herausforderung darin, die Inspektionslösung in eine bestehende Maschine integrieren zu müssen. Denn es gibt bautechnische Beschränkungen, die dazu führen können, dass z. B. eine Kamera nicht in der Idealposition senkrecht über dem Objekt platziert werden kann, sondern aus einer anderen, seitlichen Perspektive das Objekt aufnehmen muss (Abb. 6 u. 7). Dann ist die Erfahrung

und Kreativität aller beteiligten Entwickler gefragt.

### Zunehmende Akzeptanz für die Bildverarbeitung.

So wie der technische Fortschritt neue Möglichkeiten für die Bildverarbeitung erschließt, ist auch die Akzeptanz der Anwender an den Produktionsanlagen des Frankfurter Bremsenspezialisten für die Verwendung optischer Prüfsysteme und Bildverarbeitungssysteme gestiegen. Früher stand die Befürchtung im Vordergrund, dass diese Systeme durch erhöhten Justieraufwand das Bedienen erschweren würden. Heute sind vielfach intelligente, selbstlernende Systeme im Einsatz, die sich sozusagen selbst justieren und viel weniger Eingriff durch den Anwender erfordern. Dies erhöht die Akzeptanz.

Um z. B. die unterschiedlichen Varianten einer Produktfamilie wie MK 100 fertigen zu können, verfügen die Bildverarbeitungssysteme über eine integrierte Flexibilität. Sie können sich bis zu einem gewissen Grad ohne Eingriffe durch den Mitarbeiter an die Veränderungen im Produktionsprozess, z. B. den Einbau anderer Komponenten, anpassen. Die Systeme werden dafür in der Entwicklungsphase anhand möglichst zahlreicher Beispielbilder angelernt, um möglichst alle Fälle abzudecken und das System so intelligent wie möglich zu machen.

Die Experten der zentral in Frankfurt angesiedelten Bildverarbeitungsgruppe der Chassis & Safety Division haben früh erkannt, dass es nicht hilft, ein hochkompliziertes System zu entwickeln, das schwie-

rigste Aufgaben löst, wenn die Bedienung gleichzeitig so komplex wird, dass am Ende die Akzeptanz durch die Anwender nicht mehr gegeben ist.

Nuria Garrido López fasst es so zusammen: „Die Kunst besteht darin, die komplexen Systeme so weit zu vereinfachen, dass sie keinen zusätzlich Programmieraufwand erfordern und ihre Bedienoberflächen so zu reduzieren, dass sie einfach zu verstehen sind.“

### Gemanagte Bildverarbeitung

Dadurch, dass die Bildverarbeitung im Bereich des Central Industrial Engineering in Frankfurt zentral angesiedelt ist, besteht die Möglichkeit, die Fertigungsprozesse an den relevanten Standorten weitestgehend zu standardisieren und stark anzugleichen, auch was die Prozesse und die Qualitätssicherung betrifft.

Dabei werden die international verwendeten Standards berücksichtigt. Die Qualitätssicherung ist zudem so ausgelegt, dass sich die integrierte Qualitätsprüfung weitestgehend am „kritischsten“ Produktionsstandort orientiert. So ist sichergestellt, dass die Produktqualität global auf höchstem Niveau gehalten wird. Die zur Verwendung kommenden Standards werden ebenfalls in der Abteilung in Frankfurt festgelegt.

Das Qualitätsmanagement schließt auch die Prüfung der Lieferanten ein, bevor sie die Produktion beliefern dürfen. Auch die gelieferten Produkte werden geprüft. Die Bildverarbeitungsgruppe steht daher in engem Kontakt zur Qualitätsabteilung und unterstützt und berät sie. Dabei geht es u.a. darum, schon frühzeitig auf bestimmte Details der zugelieferten Teile Einfluss zu nehmen, dass diese später im Fertigungsprozess möglichst gut mit den optischen Prüfverfahren erkannt und beurteilt werden können. Das kann z. B. die Farbgebung oder die Kombination von Farben an den Komponenten betreffen.

Jeder einzelne Prüfprozess wird im Rahmen einer Machbarkeitsanalyse einer Bewertung unterzogen. Es wird entschieden, welche Komponenten benötigt werden, welche Beleuchtung, welche Kamera, etc. Dabei werden interne Standards herangezogen, die auch dazu beitragen, die Systeme so einfach wie möglich zu halten. Wird z. B. eine neue Produktionsanlage gebaut, für die 30 Bildverarbeitungssysteme für unterschiedliche Aufgaben benötigt werden, macht es wenig Sinn, das eine System vom Lieferanten A und das zweite vom Lieferanten B das dritte von C usw. zu beschaffen.

Um im Bereich der Bildanalyse Kontinuität und Flexibilität sicherstellen zu können, wurde daher im Central Industrial Engineering ein Bildverarbeitungssystem entwickelt, das als Standardkonzept dient. Die Systemlösung ist PC-basiert und orientiert sich am GigE Vision Standard. Alle Komponenten

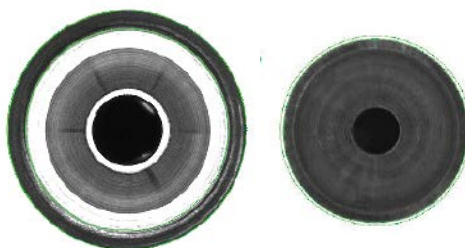


Abb. 4: Inspektion eines Anschlusses, frei von Partikeln

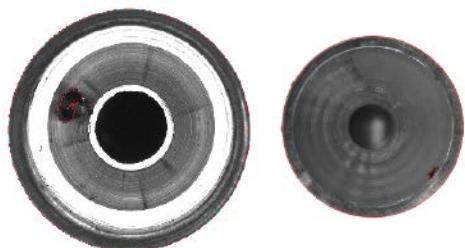


Abb. 5: Erkennung eines unerwünschten Partikels im Anschlussbereich



Abb. 6: Inspektion der korrekten Position eines ECU Dichtrings



Abb. 7: Erkennung der nicht korrekten Position eines ECU Dichtrings

müssen sich in dieses Standardisierungskonzept einfügen. Es geht immer darum, eine Komponente zu finden, mit der sich das Problem auch möglichst einfach lösen lässt. In einer Art und Weise, die mit einem Baukastensystem vergleichbar ist.

Die Verwendung einer Messlösung, die für ein bestimmtes Ventil funktioniert, lässt sich auf der Basis des verwendeten Standardisierungskonzeptes leichter auf ein etwas anderes Ventil übertragbar, ohne eine komplett neue Lösung entwickeln zu müssen.

Das Frankfurter Bildverarbeitungsteam ist auch sehr stark in die Überlegungen für die Konzipierung von kompletten Produkti-

onsanlagen eingebunden. Und auch da ist hohe Kreativität und Erfahrung gefragt. Ein Bildverarbeitungssystem muss dann nicht nur entwickelt und in Betrieb genommen werden, sondern das Know-how muss weitergegeben werden, sodass die Anwender vor Ort selbständig arbeiten können und nicht mehr auf den zentralen Support angewiesen sind. Daher werden die auf die Anlagen bezogenen Schulungen und Qualifizierungen vom Frankfurter Team vor Ort in den Werken durchgeführt.

Dadurch, dass am Standort Frankfurt die Gesamtverantwortung für die Bildverarbeitungslösungen im Fertigungsbereich der

elektronischen Bremssystem angesiedelt ist, können andere Bereiche, die am Anfang der Einführung der Bildverarbeitung stehen und noch nicht genau wissen, was im Detail auf sie zukommen wird, schnell von dem Know-how und den Erfahrungen profitieren. Das verhilft der industriellen Bildverarbeitung bei Continental u.a. zu hoher Akzeptanz und legt auch einen Grundstein für die Automatisierungskonzepte der Industrie 4.0, bei denen auch der industriellen Bildverarbeitung eine entscheidende Rolle zukommen wird.

#### Autor

**Bernhard Schroth**, Chefredakteur inspect, Technologie

#### Weitere Informationen

[www.continental-corporation.com](http://www.continental-corporation.com)



Continental Chassis & Safety Division

[www.continental-automotive.com/chassis-safety](http://www.continental-automotive.com/chassis-safety)

**FUJIFILM**  
Value from Innovation

Bauklein und scharf bis an den Rand. Fujinon 3 MP Objektive

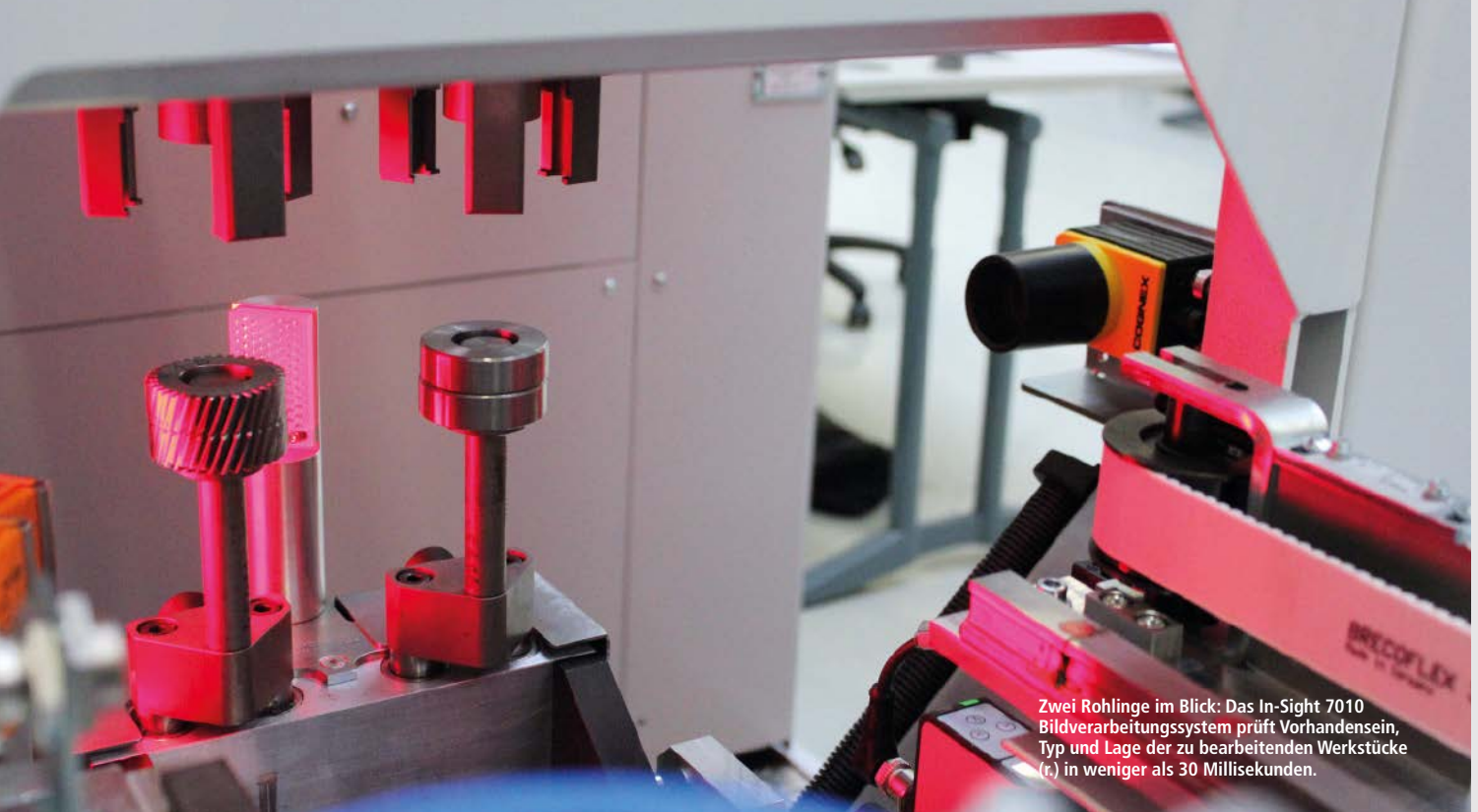


**3**  
Mega

Die neue Fujinon HFxxXA-1 Serie für 2/3" Bildsensoren

Die hochauflösenden 3 Megapixel Objektive liefern Bilder scharf bis an den Rand, ohne Kompromisse bei der Größe einzugehen: Mit einem Außendurchmesser von nur 29.5 mm und Brennweiten von 8 mm bis 35 mm ermöglichen die Modelle vielseitige Einsatzmöglichkeiten. Mehr auf [www.fujifilm.eu/fujinon](http://www.fujifilm.eu/fujinon) Fujinon. Mehr sehen. Mehr wissen.

**FUJINON**



Zwei Rohlinge im Blick: Das In-Sight 7010 Bildverarbeitungssystem prüft Vorhandensein, Typ und Lage der zu bearbeitenden Werkstücke (r.) in weniger als 30 Millisekunden.

# Wer bremst – verliert

## Schnelle Werkstückprüfung für Hochgeschwindigkeitswälzfräsmaschine

Geschwindigkeit ist bei Autos ein unbestritten wichtiger Faktor, und das beginnt schon in der Produktion der kleinsten Fahrzeugkomponenten. In der Herstellung von Planetenrädern für 9-Gang-Automatikgetriebe sind bei einem internationalen Automobilhersteller Hochgeschwindigkeitswälzfräsmaschinen im Einsatz. Ein integriertes Bildverarbeitungssystem stellt sicher, dass den Maschinen ohne Zeitverlust stets nur die richtigen Rohlinge zugeführt werden.

**W**enn das Flexible Hobbing Center 80 von Felsomat, kurz FHC 80, auf Hochtouren läuft, dann bearbeitet es Werkstücke innerhalb von weniger als sieben Sekunden, bei der zeitgleichen Bearbeitung von zwei Werkstücken sogar in nur sechs Sekunden. Aus einem glatten Rohling wird dann, je nach Voreinstellung der Maschine, ein sauber gefrästes Planetenrad mit individueller Verzahnung. Die ultrakurze Bearbeitungszeit erreicht das FHC 80 u. a. dank eines integrierten Beladesystems, das im Vergleich zu vorherigen Systemen weniger Manpower benötigt. Der sogenannte Skewer Table wird initial von einem Produktionsmitarbeiter bestückt und steht dann für die Fräsmaschine zur Verfügung. Startet das Bearbeitungsprogramm, ist grundsätzlich keine Beaufsichtigung durch das Bedienpersonal nötig: Ab dann hat das integrierte Bildverarbeitungssystem In-Sight 7010 von Cognex ein Auge

auf die Zuführung der richtigen Rohlinge und stellt in nur wenigen Millisekunden fest, ob auch das korrekte Material eingespeist wird.

### Rohling-Check in Millisekunden

Die kompakte Smart-Kamera ist direkt an der Werkstückzuführung des FHC 80 installiert. In ca. 50 cm Abstand befindet sich eine Kippeinheit mit zwei Dornen, die in waagrechter Position über eine automatische Zuführung bestückt wird. Die Kippeinheit schwenkt zurück in die Senkrechte, direkt vor die Linse des Bildverarbeitungssystems, deren Fokus bereits anwendungsspezifisch voreingestellt ist. Die Kamera nimmt im Gegenlicht ein Bild vom rechten Rand der Rohlinge auf und gleicht die so erfassten Maße der Kanten softwareseitig mit



Die Hochgeschwindigkeitswälzfräsmaschine Flexible Hobbing Center 80 (FHC 80) von Felsomat



Steht die „Ampel“ für das Werkstück auf grün, wird der Produktionsvorgang ungebremst fortgesetzt – hier liegt offensichtlich nur ein Rohling vor.



Bearbeitet und unbearbeitet: Planetenräder für 9-Gang-Automatikgetriebe mit verschiedenen Formen und Kantenlängen

den Soll-Vorgaben des vorher gewählten Fräsprogramms ab.

Bei Felsomat hat Integrator I-Mation für den Endkunden acht verschiedene Prüfprogramme auf dem System hinterlegt. Drei Kriterien sind zu prüfen: Zunächst die grundsätzliche Anwesenheit eines einzelnen oder zweier Werkstücke, das Vorhandensein des richtigen Typs und dessen korrekte Lage. Unabhängig davon, ob das Werkstück noch ein Rohling oder bereits bearbeitet ist, wird es hier als okay bewertet. Den Check dieses vierten Kriteriums (bearbeitet oder unbearbeitet) kann der Kunde bei Bedarf und unter Zuhilfenahme einer extra Beleuchtung jederzeit ergänzen.

#### Bildverarbeitungssystem gibt Werkstücke frei

Erkennt die Software des Bildverarbeitungssystems, dass eines der Kriterien nicht erfüllt ist, wird dieses im Kontrollpanel der Anlage rot markiert und die Maschine schleust das entsprechende Werkstück über die N.O.K. (not o.k.)-Schublade aus. Dies geschieht z. B., wenn der Istwert der Kantenlänge des Rohlings vom vorgegebenen Sollwert in der Programmierung abweicht. Dann liegt entweder ein falscher Rohling auf oder er wurde verkehrt herum aufgenommen. An dieser Stelle muss dann wieder das Bedienpersonal eingreifen und prüfen, ob die Werkstücke im Skewer Table zum voreingestellten Bearbeitungsprogramm passen und korrekt zugeführt werden. Das Prüfprogramm des Bildverarbeitungssystems verhindert auf diese Weise eine falsche Bestückung der

Fräsmaschine und damit deren eventuelle Beschädigung.

Eine weitere mögliche Fehlermeldung wird durch das Fehlen eines Werkstücks ausgelöst. Zwar stellt schon vorher die Vorschubkontrolle bei der automatischen Bestückung fest, ob die richtige Anzahl an Teilen auf den Dorn geschoben wird. Aber erst das In-Sight-System bestätigt absolut zuverlässig, ob das Teil tatsächlich vorhanden ist oder nicht. Steht für das einzelne oder beide Werkstücke die Markierung aller Kriterien auf grün, erhält der Greifer das Signal, die Rohlinge vom Dorn aufzunehmen und auf eine Bearbeitungsspindel zu stecken, die dann in den sicher abgeschirmten Bearbeitungsraum geschwenkt wird.

#### Kostengünstig und einfach zu realisieren

Neun Maschinen lieferte Felsomat an seinen Automotive-Kunden. Bei der Auswahl des passenden Bildverarbeitungssystems fiel die Wahl auf das In-Sight 7010, das für die Anwendung mit einer ausreichenden Auflösung von 800 x 600 Pixel ein besonders gutes Preis-Leistungsverhältnis aufwies. Die funktionsbereite Integration der Lösung verantwortete der Vision-Experte I-Mation. Die

„Das Prüfprogramm des Bildverarbeitungssystems verhindert auf diese Weise eine falsche Bestückung der Fräsmaschine und damit deren eventuelle Beschädigung.“

individuelle Einstellung des Systems ließ sich innerhalb der flexiblen Benutzeroberfläche des Systems sehr einfach realisieren: In wenigen Schritten wurden mit verschiedenen nutzerfreundlichen Tools per Drag and Drop die Messkriterien konfiguriert, wie etwa die Kantenlängen der Werkstücke in den verschiedenen Produktionsprogrammen.

Insgesamt dauert der einfache Prüfvorgang durch das Bildverarbeitungssystem nicht mehr als 30 Millisekunden und die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung kann quasi ungebremst fortgesetzt werden. Denn auch in der Automotive-Fertigung kommt es auf eine kosteneffiziente und schnelle Fertigung an und es gilt: Wer bremst – verliert.

#### Autorin

Janina Guptill, Marcom Specialist

#### Kontakt

Cognex Germany, Karlsruhe  
Tel.: +49 721 958 8052  
contact.eu@cognex.com  
www.cognex.com

*More than 100,000 customized design solutions have been provided to customers.*



Add: Leitzstrasse 45, 70469 Stuttgart Germany

Email: optmv1@optmv.com / optde1@optmv.com

Tel: +49(0)162 966 5238

# Produkte



## Software mit verbesserter Benutzerführung

Laetus hat mit S-TTS 2.6.0 eine neue Version der Secure Track & Trace Solution Software (S-TTS) veröffentlicht. Damit ist die nächste Generation der renommierten Softwarelösung für (pharmazeutische) Serialisierung, Aggregation und Produktverfolgung auf dem Markt. Die Software erfüllt alle Anforderungen internationaler Bestimmungen in Bezug auf Produktnachverfolgbarkeit. Modularität und mehrstufige Systemarchitektur gewährleisten höchste Flexibilität und langfristige Investitionssicherheit. Die S-TTS-Softwareplattform wurde durch neue Funktionen verbessert und bietet eine einzigartige Benutzerführung.

Das Markieren und Verfolgen einzelner Produkte auf ihrem Weg durch die Lieferkette rückt immer weiter in den Fokus – nicht nur in der Pharmaindustrie. Rückverfolgbarkeit und Lieferkettentransparenz sind in der Automobil- und Lebensmittelindustrie schon lange gefordert. Immer wichtiger werden sie durch die starke weltweite Zunahme an Fälschungen von Industrie- und Konsumgütern. Inzwischen gibt es eine Vielzahl nationaler Bestimmungen zum Schutz der legalen Lieferkette – hauptsächlich für verschreibungspflichtige Medikamente. Diese Bestimmungen unterscheiden sich nicht nur hinsichtlich der Anforderungen an Datenträger und Inhalte, sie reichen auch von der einfachen Serialisierung einzelner Verkaufseinheiten (z.B. end-to-end in der EU FMD) bis hin zu kompletten Track&Trace-Möglichkeiten, die den gesamten Weg eines Produkts durch die Lieferkette bis hin zum Ort der Ausgabe dokumentieren.

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

## Neue Bildverarbeitungsprozessoren

Datalogic präsentiert die MX-E Serie der GigE-Bildverarbeitungsprozessoren. Diese Produktfamilie beinhaltet Spitzentechnologie, wird mit der Datalogic Impact Software betrieben und bietet außergewöhnliche Computerleistung und unerreichte Applikationsflexibilität. Die neue MX-E Serie besteht aus hochwertigen Hardwarekomponenten in einem industrietauglichen Gehäuse. Damit wird Robustheit und Langlebigkeit gewährleistet. Drei Prozessormodelle bieten unterschiedliche Leistungslevels mit zwei oder vier unabhängigen Gigabit-PoE-Ports und zwei digitalen I/O-Optionen. Das Resultat sind 10 verschiedene Hardware-Konfigurationen, mit denen die anspruchsvollsten Bildverarbeitungsapplikationen in der Automotive-, Elektronik-, Lebensmittel- und Getränkeindustrie gelöst werden können.

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



## Innovative IPC-Lösungen für die Industrie

Pyramid Computer präsentiert auf der Automatica 2016 seine aktuellen IPC-Plattformen für die industrielle Bildverarbeitung und Automation. Highlight ist der neue modulare Industrie-PC IPC Flex, der erstmals auf der Messe der Öffentlichkeit vorgestellt wird. Zudem präsentiert Pyramid seine CamCube-Produktfamilie sowie das Multitouch-System Polytouch 55 4K. Der modulare Industrie-PC IPC Flex ist speziell für die Bedürfnisse der industriellen Bildverarbeitung ausgerichtet. Das kompakte und servicefreundliche System kann problemlos in Temperaturbereichen von bis zu +50°C betrieben werden, was es zu einer perfekten industriellen Lösung macht.

Beliebige Montageoptionen ermöglichen einen flexiblen und vielfältigen Einsatz. Eine weitere Besonderheit der Konfiguration des IPC Flex sind die drei PCI-Erweiterungskarten (Riser-Card), die parallel zur Hauptplatine angeordnet sind und somit eine sehr kompakte Bauform ermöglichen. High-End-Prozessoren von Intel Core i3 (Skylake 6th Generation) bis zu Intel Xeon sowie digitalem I/O machen das System zur hoch-performanten Industrielösung. Der IPC Flex ist als AC- und DC-Variante erhältlich.

Besucher finden Pyramid auf der Automatica in Halle B5 am Stand 202.

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







### Robuste Terminals für die mobile Datenerfassung

Cognex hat eine neue Familie vorgestellt: Der MX-1000 ist eine Familie robuster Terminals für die mobile Datenerfassung. Die Serie MX-1000 von Cognex bietet Herstellern, Logistikunternehmen und vielen anderen Unternehmen, die sich derzeit auf teure, unflexible und speziell entwickelte mobile Endgeräte verlassen, ein revolutionär neues Konzept für die Datenerfassung unter anderem in Lagerverwaltung, Logistik und Außendienst. Der MX-1000 verbindet die Benutzerfreundlichkeit, niedrigen Kosten und Flexibilität eines handelsüblichen Smartphones mit einer robusten tragbaren Einheit, die ein speziell konzipiertes Cognex Barcode-Lesegerät beinhaltet. Der Hersteller erwartet, mit dieser bislang einzigartigen Kombination ein wichtiger Akteur im 500 Mio. US-\$ schweren Markt für mobile Datenterminals zu werden.

Cognex entwickelte den MX-1000 nach eingehenden Gesprächen mit Logistikexperten führender Unternehmen, die mobile Terminals für die Datenerfassung nutzen und gleichzeitig Kunden im Bereich industrielle Bildverarbeitung und Barcode-Lesegeräte sind. Diese Kunden waren mit ihren aktuellen Datenterminals unzufrieden, die sie als proprietäre, teure geschlossene Systeme bezeichneten, die beim Aufbau von Anwendungen schwierig und in der Wartung teuer sind. Sie drängten Cognex, ein flexibles mobiles Endgerät basierend auf der praxiserprobten Barcode-Lesetechnologie zu entwickeln. Eine Reihe von Fortune 500-Unternehmen unterzogen erste Geräte der Serie MX-1000 eingehenden Praxistests – und erteilten jetzt Aufträge.

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

### Hocheffiziente Produktetikettierung

Die Einführung eines Etikettierungsüberprüfungssystems zur Sicherstellung korrekter Produktdaten auf Waren, die an Kunden ausgeliefert werden, schützt Hersteller vor Strafgebühren, die aufgrund von nicht eingehaltenen Konformitätsvorgaben und den immer strengeren Lieferantenanforderungen zur Pro-

duktnachverfolgbarkeit anfallen. Zudem bieten solche Überprüfungs-systeme noch weitere Kosteneinsparungen im weiteren Verlauf der Lieferkette. In den drei wichtigsten Stufen des Etikettierungsprozesses (Codeerstellung, finales Design sowie Druck und Aufbringung) implementierte Überprüfungs-systeme tragen erheblich zur Kostenoptimierung des gesamten Betriebsablaufs bei, da sie den Produkt- und Materialausschuss sowie den Aufwand für Nachbearbeitungen und Produktionsfehler minimieren und somit sämtliche Produktionsabläufe im gesamten Etikettierungsprozess optimieren. Mit einer Kombination aus Offline-Tests und Inline-Qualitätskontrollen zur Überprüfung der Codestruktur und Druckqualität der Etiketten auf Konformität mit Standards, die von international anerkannten Organisationen wie GS1 oder ISO reguliert werden, können Hersteller den während der Etikettierung anfallenden Ausschuss eliminieren und so ihre Investitionssicherheit auf den anspruchsvollen datengesteuerten Märkten erhöhen.

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



duktnachverfolgbarkeit anfallen. Zudem bieten solche Überprüfungs-systeme noch weitere Kosteneinsparungen im weiteren Verlauf

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



Link zum Whitepaper:  
<http://www.inspect-online.com/whitepaper/dreistufige-ueberpruefung-fuer-hocheffiziente-produktetikettierung>

# UC SERIE

TECHSPEC® ULTRA-KOMPAKTE OBJEKTIVE

Exzellente Auflösung  
für kleine Sensoren



- Entwickelt von Bildverarbeitungsexperten
- Hergestellt von Perfektionisten
- Attraktive Preisgestaltung für Sie

KONTAKTIEREN SIE UNSERE  
EXPERTEN NOCH HEUTE!



**DR. BORIS ECKER**  
Dipl.- Phys. & Spezialist für Bildverarbeitung

**NICHOLAS SISCHKA**  
Ingenieur für Bildverarbeitung

**GREG HOLLOWES**  
Bereichsleiter Bildverarbeitung



Nutze Sie Ihre Chance und bewerben Sie sich bis zum 30. Juni 2016.

So können Sie uns erreichen:

**EO** Edmund optics | worldwide

+49 (0) 721 6273730

[sales@edmundoptics.de](mailto:sales@edmundoptics.de)

[www.edmundoptics.de/uc-series](http://www.edmundoptics.de/uc-series)

inspect award  
2017

## Nominees Kategorie Automation

Wer ist Ihr Favorit für den inspect award 2017? Nebenstehend präsentieren wir Ihnen die Nominees in der Kategorie Automation – 10 innovative Produkte für die automatisierte Fertigung und Inspektion in der Smart Factory. Jetzt ist Ihr fachliches Urteil gefragt, liebe Leser: Sie sollen entscheiden, welche Neuentwicklungen den inspect award wirklich verdienen. Am Ende gewinnen die Produkte mit den meisten Stimmen in jeder der drei Kategorien. Die Nominees in den Kategorien Vision und Control finden Sie auf den Seiten 32/33 bzw. 64/65 in diesem Heft.

### Jetzt abstimmen und gewinnen!

Auf [www.inspect-award.de](http://www.inspect-award.de) können Sie jetzt bis zum 30. September 2016 online abstimmen und haben eine Stimme pro Kategorie. Mit der Abstimmung nehmen Sie automatisch an der Verlosung einer hochwertigen Spiegelreflexkamera teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Abbildung ähnlich



### Stereo-Zeilenkamera ermöglicht optimale Beleuchtung

Die 3DPixa Kamera ist die Kombination aus Stereotechnik mit Zeilenkameras und schneller 3D-Stereoberechnung auf Grafikkarten. Die 3DPixa basiert auf trilinearen Zeilensensoren mit bis zu 7.300 Pixeln und 30 kHz Zeilenfrequenz und erfasst gleichzeitig Farbbilder und 3D-Daten in hoher Auflösung. Das passive Stereoprinzip ermöglicht die optimale Beleuchtungsauswahl und die 3D-Berechnung für jeden Bildpunkt. Für z. B. metallische Oberflächen erschließt sich erst durch eine für die Oberfläche optimierte Beleuchtung die 3D-Erfassung und Inspektion.

→ Chromasens – [www.chromasens.de](http://www.chromasens.de)



### DPM-Lesegerät in robustem Metallgehäuse

Dank eines Gehäuses aus leichtem Flugzeugaluminium ist der ID-Hammer immun gegen widrigste Umgebungsbedingungen wie Öle, Schmutz, Staub. Gebrochene Kunststoffgehäuse, sich ablösende Gummierungen sowie Beschädigungen durch das manuelle Handling sind Vergangenheit. Der ID-Hammer ist ein DPM-Lesegerät für 1D- und 2D-Codes aller Art. Gravur-, Stanz- und Nadelprägungs-Codes dekodiert er ebenso leicht wie postalische und kontrastarme, extrem dichte und kleine Barcodes. Seine ergonomisch optimierte Schwerpunktage erlaubt ermüdungsfreies Arbeiten.

→ Di-soric Solutions – [www.di-soric.com](http://www.di-soric.com)

### Flexible Smart-Kamera für OCR-Inspektionen

Die neue Datalogic P19 Smart-Kamera wird von der Impact+OCR Software unterstützt, um OCR-Inspektionen durchzuführen. Sie wurde speziell für die Erkennung von Zeichen, wie z. B. Mindesthaltbarkeitsdaten und Losnummern in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, entwickelt. Dank der intuitiv zu bedienenden Benutzeroberfläche können Lese-, Prüf- und Rückverfolgbarkeitsaufgaben schnell und einfach hinterlegt werden. Fünf Brennweiten und neun Beleuchtungen sind austauschbar und ermöglichen 45 verschiedene Kombinationen.

→ Datalogic – [www.datalogic.com](http://www.datalogic.com)



### GigE-Controller mit schnellem Trigger-over-Ethernet

GigE Vision Kameras können mit Power-over-Ethernet versorgt werden – nur reicht dieses nicht, da bei fast allen Anwendungen die Kamera asynchron getriggert betrieben wird. PoE reduziert somit nicht die Kabelkosten. Dieses wird erst ermöglicht, indem auch das Triggersignal mit übertragen und von der Kamera verarbeitet wird. Die Vision Box von Imago Technologies bietet für bis zu vier Kameras die Funktionalität von Power und Trigger-over-Ethernet. Hierbei ist der Jitter des Triggersignals sehr gering und liegt je nach Kamerahersteller bei nur 1 µs.

→ Imago Technologies – [www.imago-technologies.com](http://www.imago-technologies.com)





### Kamerabasierter 1D- und 2D-Codeleser

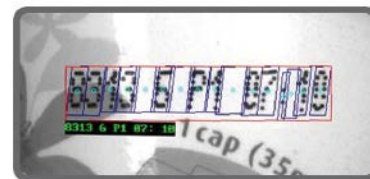
Der kamerabasierte Codeleser DCR 200i wurde für schnelles Codelesen von Strich-, Stapel- und Data Matrix-Codes speziell in Anlagen der Verpackungs- und Elektronikindustrie zur lückenlosen Produkt-rückverfolgung entwickelt. Durch seine hohe Leseleistung mit einer Geschwindigkeit von bis zu 6 m/s und eine komfortable Parametrierung direkt am Gerät über eine Smartphone-App kombiniert er eine einfache Handhabung mit einer sicheren Decodierung auch bei anspruchsvollen Leseaufgaben. Drei wählbare Optiken decken Leseabstände von 40 bis 360 mm ab.

→ Leuze Electronic – [www.leuze.de](http://www.leuze.de)

### All-in-One Sensor mit Streifenlichtprojektion

Der Gocator 3109 ist ein All-in-One Sensor, basierend auf dem Verfahren der Streifenlichtprojektion (SL), mit sehr kleiner Bauform und sehr hoher Genauigkeit. Es ist der erste SL-Sensor, der eine umfassende 3D-Datenerfassung ohne eine Bewegung des Prüflings oder des Sensors ermöglicht. Der Verzicht auf ein Bewegungssystem reduziert die Systemkosten und verhindert Fehlereinflüsse durch Vibrationen, zumal in der modernen intelligenten Fertigung mit robotergestützten Handhabungssystemen eine Ruhelage des zu messenden Teiles bevorzugt wird.

→ LMI Technologies – [www.lmi3d.com](http://www.lmi3d.com)



**SureDotOCR**

### OCR Punkt-Matrix-Leser: Punkt bleibt Punkt

Matrox SureDot OCR ist die erste OCR Technik, um Herausforderungen beim Lesen von Punkt-Matrix-Zeichen von Nadeldruckern im Lebensmittel-, Getränke-, Pharma- und Medizin-Bereich zu überwinden. Lösungen zum Lesen von Punkt-Matrix-Informationen sind oft durch die Bildvorverarbeitung limitiert, die für die klassische OCR durchgängige Striche erzeugt. SureDot OCR belässt die Punkte und berücksichtigt Anomalien wie ungleichmäßigen Punkt-Abstand, verzerrte, schiefe und sich berührende Zeichen, gedrehte Zeichenfolgen, ungleichförmigen Hintergrund.

→ Matrox Imaging – [www.matrox.com](http://www.matrox.com)



### Nur eine Plattform – vom Code-Lesen bis zur Machine Vision

Microscan vereint Barcode-Leser und Machine-Vision-Technologie in einer der kleinsten Smart-Kamera-Plattformen der Welt: MicroHawk. Ob Barcodes lesen, Teile nachverfolgen, Qualitätskontrolle oder geführte Arbeitsschritte – alles kein Problem für neue wie auch für erfahrene Benutzer. MicroHawk kombiniert die Innovationen in der Entwicklung von automatischer Erkennung und Machine-Vision-Technologie mit Flexibilität, Leistungsfähigkeit und Bedienfreundlichkeit und kann mit Hilfe diverser Zusatzmodule praktisch jeden Code prüfen, messen und lesen.

→ Microscan – [www.microscan.com](http://www.microscan.com)

### Walzprozessoptimierung durch flexible Profilvermessung

Für die beschleunigte und optimierte Umrüstung von Walzstraßen hat Nextsense ein Messgerät entwickelt, das es erstmalig ermöglicht, heiße Profile direkt zwischen den Stichen zu vermessen. Calipri RCx liefert wesentlich mehr Informationen über das Produkt als herkömmliche Methoden, wodurch eine wesentlich präzisere Einstellung der Walzgerüste möglich ist. Der mobile Calipri RCx kann an einer beliebigen Stelle in der Walzstraße verwendet werden. Somit ist es nicht notwendig pro Walzstraße eine stationäre und teure Profilmessanlage zu installieren.

→ Nextsense – [www.nextsense.at](http://www.nextsense.at)



### Vision Sensor löst 3D-Inspektionsaufgaben per Mausclick

Der Trispector von Sick macht sich zur Aufgabe, eine 3D-Inspektionsaufgabe auf möglichst einfache Weise zu lösen. 3D-Objekte können einfach eingelernt werden und sind in der Konfigurationssoftware Sopas sofort sichtbar. Mit Hilfe simpler Mauseingabe werden die Inspektionsbereiche eingezeichnet und in ihrer Größe angepasst. Ein für die Detailinspektion notwendiges Inspektionstool wird zugeordnet und konfiguriert. Es können mehrere unterschiedliche Inspektionstools platziert werden um z. B. die Höhen an unterschiedlichen Stellen zu inspizieren.

→ Sick – [www.sick.de](http://www.sick.de)

# Control

Messenachlese



Control Messe

## Software zur Abmessungsprüfung

Creaform hat die neueste Version von VXinspect angekündigt, seiner Software zur Abmessungsprüfung, die speziell auf Fertigungsunternehmen für Erstmusterprüfungen (FAI) oder Qualitätskontrollen ausgelegt ist – direkt auf der Fertigungslinie oder im Fertigungsbereich.

Die aktualisierte Version der 3D-Prüfungssoftware VXinspect wird zeitgleich mit dem brandneuen und vollständig überarbeiteten optischen CMM-Scanner

ner Metrascan 3D und dem messarmlosen, tragbaren CMM Handyprobe Next vorgestellt und sorgt nicht nur für eine engere Integration in die Hardware von Creaform, um eine vollständige End-to-End-Prüflösung zu schaffen, sondern bietet auch eine neue, vereinfachte Bedienung für alle Anwender, unabhängig von ihren Fertigkeiten und der Expertise. Handyscan 3D lässt sich ebenso problemlos in VXinspect integrieren. [www.ametek.com](http://www.ametek.com)



## Neuer 3D-Laserscanner

Hexagon Manufacturing Intelligence hat einen neuen mobilen Laserscanner für großvolumige Inspektionen auf den Markt gebracht. Bei der Entwicklung des Leica Absolute Scanner LAS-20-8 stand allerhöchste Benutzerfreundlichkeit bei der raschen, einfachen Erfassung komplexer Punktwolken in der Werksumgebung im Vordergrund. In Kombination mit dem ultramobilen Leica Absolute Tracker AT960 bietet der 3D-Laserscanner herausragende Leistungen bei der manuellen Messung von Freiformflächen, und das selbst bei metallisch glänzenden oder

dunklen Werkstücken. Die praktischen Messfunktionen des LAS-20-8 reduzieren den Schulungsaufwand auf ein Minimum und sorgen dafür, dass auch unerfahrene Anwender mit dem Gerät absolut zuverlässige Messergebnisse erzielen.

Durch sein geringes Gewicht und die optionale Möglichkeit des Akkubetriebs kann der Leica Absolute Scanner LAS-20-8 für Messvolumen bis 60 m eingesetzt werden. Da er der Schutzart IP50 entspricht, kann er praktisch überall in der Werksumgebung unbesorgt eingesetzt werden.

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





### Automatisierte Inspektionslösungen

Faro hat die neuesten Entwicklungen in der optischen 3D-Messung, der Roboterintegration und der Automatisierungstechnologie kombiniert: Damit stehen nun Lösungen bereit, die der Fabrik der Zukunft neue Maßstäbe in der Produktivität ermöglichen. Hierfür hat Faro den Factory Robo-Imager und den Multi-Imager Array entwickelt. Der Factory Robo-Imager verbindet den Factory Array Imager mit einem kollaborativen Roboter. Diese Lösung kann als fixe Einrichtung direkt in die Montagelinie integriert oder mobil an der Montagelinie eingesetzt werden. Der Robo-Imager bietet eine schlüsselfertige Fertigungsautomation-Lösung für die Digitalisierung, Inspektion und Teileüberprüfung zu jedem Produktionszeitpunkt. [www.faroeurope.com](http://www.faroeurope.com)



### Portfolio der Mikroskopkameras erweitert

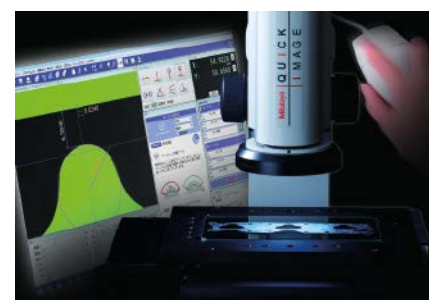
Die Kameras Progres Gryphax Arktur und Naos ergänzen die USB 3.0-Produktfamilie von Jenoptik. Weitere drei Kameras für den wissenschaftlichen Einsatz kommen bis Ende dieses Jahres hinzu. Dank der Verwendung neuester Technologien setzt Jenoptik mit den neuen Kameramodellen in der Routinemikroskopie neue Maßstäbe. Das Mikrouniversum kann durch hohe Lichtausbeute und hohen Dynamikumfang bei sehr geringem Rauschen auf hoch-

auflösenden Monitoren mit Jenoptik-Bildqualität erforscht werden. Die USB 3.0-Schnittstelle stellt sicher, dass Livebilder in Videogeschwindigkeit dargestellt werden und dass die Anwender die Leistungsfähigkeit des Mikroskops ohne Verzögerungen auf dem Bildschirm erleben. Positionieren und Fokussieren der Probe ist nun noch zeitsparender. Das Einsatzspektrum reicht von Medizinanwendungen über Qualitäts- und Materialkontrolle bis hin zu Forensik. [www.jenoptik.com](http://www.jenoptik.com)

### Neue Hardware für 3D Testing

Die neue Aramis 3D Kamera von GOM ist ein 3D-Bewegungs- und Verformungssensor für die punktuelle und flächenhafte Materialprüfung und Bauteilverformungsanalyse. Sie liefert präzise 3D-Koordinaten, 3D-Verschiebungen, 3D-Dehnungen, Geschwindigkeiten, Beschleunigungen sowie 6DoF-Auswertungen von Proben und Bauteilen unter Last.

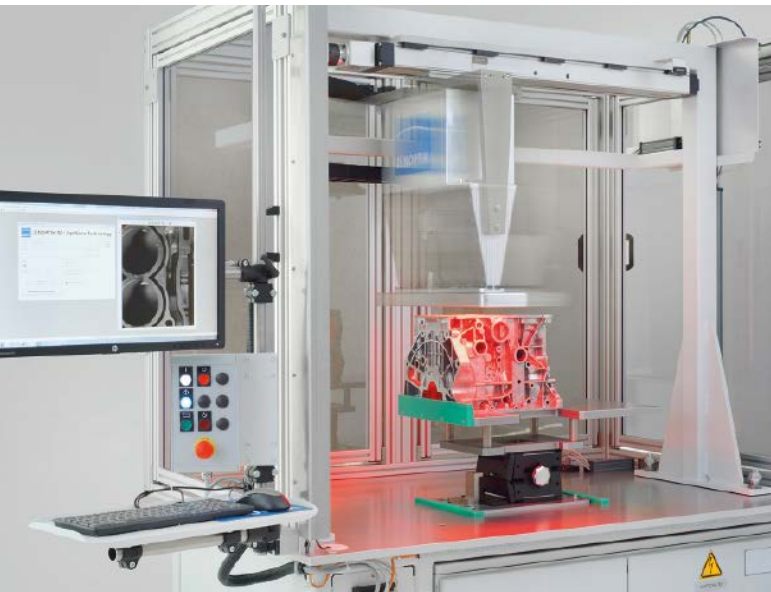
Das neue System erfasst Geometrien sowie dreidimensionale Verschiebungen und Verformungen von Materialproben und Bauteilen unter mechanischer oder thermischer Last. Dabei werden statische und dynamische Verformungen nicht nur punktuell, sondern auch flächenhaft ermittelt. Die berührungslose Messtechnik lässt sich dabei besonders einfach in bestehende Prüfstände und Testlabore integrieren. Mittels externer Trigger und analoger Datenaufnahme sowie deren Umwandlung vereinfacht der neu entwickelte GOM Testing Controller die vollständige Integration des Systems in bestehende Testumgebungen – ohne komplizierte Positionierung und Verkabelung. Er beinhaltet ein softwaregestütztes Interface für die Programmierung vordefinierter oder spezifischer Messsequenzen, beispielsweise die Definition spezieller Abhängigkeiten zwischen Testparametern und Aufnahmegeschwindigkeit mittels Ringspeichern und Triggerelementen. Darüber hinaus können die definierten Messsequenzen für weitere Projekte als Vorlage gespeichert und ausgetauscht werden. [www.gom.com](http://www.gom.com)



### Neues Quick-Image-Bildverarbeitungs-Messsystem

Mit der neuen Quick Image Serie bringt Mitutoyo nicht nur eine neue Generation des bewährten Bildverarbeitungs-Messsystems auf den Markt, sondern vereinfacht und beschleunigt das Messprozedere in einem nie dagewesenen Maß. Denn mit der neuen, im Lieferumfang enthaltenen QIPAK v5 Software genügt ein einziger Mausklick, um die automatische Erkennung des Werkstücks im Bildbereich sowie dessen Messung zu starten. Dafür bedarf es keines aufwändig geschulten Personals. So spart das neue Quick Image 2D Bildverarbeitungs-Messsystem eine Menge Zeit – und somit Geld. Das neue Quick Image verbindet dabei die Nutzerfreundlichkeit eines Messprojektors mit einer Fülle an weiterer Funktionalität. So lassen sich angesichts des großen Sichtfelds von 32 x 24 mm eines oder mehrere Werkstücke innerhalb von Sekunden präzise und wiederholbar messen. Die grüne bzw. rote OK/NG-Anzeige garantiert einen Check von Toleranzen im Handumdrehen. Grafische Instruktionen führen den Anwender schnell und intuitiv durchs Messprozedere und helfen beim Erstellen von Teileprogrammen.

Das telezentrische optische System wartet mit einem Vergrößerungsfaktor von 0,2 auf und bietet eine Schärfentiefe von 22 mm. Das bürgt für ein komfortables Messen selbst gestufter oder zylindrischer Werkstücke. Auch in Sachen Lichtquellen präsentiert sich das neue Quick Image System top ausgestattet: die grüne LED-Durchlichteinheit ergänzen eine LED-Koaxialbeleuchtung sowie ein Vierquadranten-LED-Ringlicht. [www.mitutoyo.de](http://www.mitutoyo.de)



### Pseudofehler vermeiden

Speziell für die Planflächenprüfung von Motorblöcken, Zylinderkopfdichtflächen und Ventilsteuerplatten für Automatikgetriebe hat Jenoptik das Planflächenprüfsystem Hommel-Etamic IPS F400 entwickelt. Mittels neuester Kamertechnologie erkennt das System sicher typische Oberflächenfehler. So lassen sich mit innovativer Beleuchtung und 2,5D-Kameratechnik Trocknungsränder oder Flecken von echten Erhebungen oder Vertiefungen auf der Oberfläche unterscheiden, womit eine sehr geringe Pseudofehlerrate erreicht wird.

Mit der „dynamischen Maskierung“ werden zudem Kanten

flexibel und sicher bestimmt. Dadurch wird ein robustes Erkennen von fehlerhaften Stellen an komplexen Bauteilen gewährleistet – sowohl auf der Fläche als auch im Kantenbereich. Die hohe Scanrate erlaubt zudem kurze Prüfzeiten. Der Hommel-Etamic IPS F400 lässt sich in verkettete Fertigungslinien einbinden und erlaubt eine zuverlässige, vollautomatische 100%-Prüfung von Bauteilen in der Fertigung ohne Bedieneinfluss für eine optimale Qualitätssicherung und Prozesssicherheit in der Motor- und Getriebeproduktion.

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

### Zuverlässige Defekterkennung auf matten Oberflächen

Das Inspektionssystem Surfacecontrol detektiert lokale Oberflächenabweichungen auf nichtspiegelnden Objekten. Ein neu entwickelter Sensor erkennt Fehler dank moderner Hardware noch schneller und genauer. Hochwertige Oberflächen sind eine Herausforderung in vielen Industriezweigen. Dazu gehören neben der Automobilindus-

trie beispielsweise die Luftfahrt, Haushaltsgeräte und Unterhaltungselektronik. Die Qualitätsanmutung hochwertiger Objekte wird unter anderem bestimmt durch die Haptik, die Farbe und eine makellose Oberflächenform. Das Oberflächeninspektionssystem besteht aus einem modernen 3D-Sensor und der Software für die Analyse der Daten. Der neue 3D-Sensor erreicht eine deutlich höhere Inspektionsgeschwin-

digkeit bei einer gleichzeitigen Erhöhung der Messgenauigkeit. Möglich wird dies durch den Einsatz einer schnellen Projektionseinheit und neuer Kameras. Der Sensor ist sowohl für die Linienintegration als auch die Roboteranbindung optimiert.

Neben dem 3D-Sensor zur Oberflächenerfassung stehen für das System alternativ zwei Softwarepakete für die Auswertung der 3D-Daten zur Verfügung. Zum einen DefMap3D, als Analysesoftware für Labor und Messraum. Es bietet verschiedene Tools für die objektive Bewertung von lokalen Abweichungen sowie eine vollflächige Rückprojektion des Analyseergebnisses auf das Bauteil. DefMap3D ist außerdem in mehreren Varianten erhältlich, welche technisch und preislich an die jeweiligen Anforderungen angepasst sind. Das zweite Paket, Surfacecontrol InspectionTools, dient der automatisierten Untersuchung von Oberflächen und wurde für die robotergestützte Inspektion optimiert.

[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)



Die Qualitätsanmutung hochwertiger Objekte wird unter anderem bestimmt durch die Haptik, die Farbe und eine makellose Oberflächenform. Das Oberflächeninspektionssystem besteht aus einem modernen 3D-Sensor und der Software für die Analyse der Daten. Der neue 3D-Sensor erreicht eine deutlich höhere Inspektionsgeschwin-

### Tausend Tischformtester



Der Tischformtester MarForm MMQ 400 von Mahr ist universell einsetzbar für die zuverlässige und umfangreiche Werkstückprüfung nach DIN ISO 1101. Der Messplatz setzt sich weltweit immer mehr durch: Mahr hat in den letzten Jahren 1.000 Messplätze verkauft – an Industriekonzerne genauso wie an kleine Fertigungsbetriebe. Der große Erfolg des Messplatzes liegt daran, dass er den heutigen Anforderungen in der Industrie entspricht. Messabläufe erfolgen automatisiert und frei vom Bedieneinfluss. Mit einer Schutzkabine und Schwingungsisolation kann der Messplatz auch fertigungsnah eingesetzt werden.

Zudem hat er sich mit den Kundenwünschen immer weiter entwickelt: Mahr erweiterte die

Maschine in den letzten Jahren um die Optionen der Drallauswertung, der Rauheitsmessung, der Konturmessung, der Erfassung des Durchmessers oder der Applikation Nockenwelle. Dabei ermöglicht die MarWin Software AdvancedForm höchste Flexibilität bei einfachster Bedienung, eine professionelle Dokumentation und Verarbeitung der Messdaten. Heutzutage arbeitet der Messplatz weltweit zuverlässig in der Industrie bei Automobil- und Maschinenbau, der Medizintechnik und der Luftfahrt sowie in vielen kleineren Fertigungsbetrieben.

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

**GIT VERLAG**

A Wiley Brand

[www.ind4null.de](http://www.ind4null.de)

# INDUSTRIE 4.0

DIE MICROSITE ZUM THEMA

BIG DATA  
CUSTOMIZATION

SMART FACTORY  
CLOUD COMPUTING

IT-SICHERHEIT

Infos zur Microsite:



messtec drives  
**Automation**

inspect

## Industrie 4.0 branchenübergreifend im Blickpunkt

Auf [www.ind4null.de](http://www.ind4null.de) finden Sie alles Wichtige zum Thema Industrie 4.0.

Die Fachzeitschriften GIT SICHERHEIT, messtec drives Automation, inspect sowie die Online-Medien GIT-SICHERHEIT.de, md-automation.de und inspect-online.com präsentieren jetzt die Informationsplattform zum Thema. Mit allem, was die Entscheider wissen müssen.

Sie sind Anbieter rund um Industrie 4.0 und haben etwas zu sagen? Dann treten Sie mit uns in Kontakt: [regina.berg-jauernig@wiley.com](mailto:regina.berg-jauernig@wiley.com), [katina.leondaris@wiley.com](mailto:katina.leondaris@wiley.com), [sebastian.reinhart@wiley.com](mailto:sebastian.reinhart@wiley.com), [oliver.scheel@wiley.com](mailto:oliver.scheel@wiley.com).

[www.ind4null.de](http://www.ind4null.de)

powered by:  **PEPPERL+FUCHS**



**SICK**  
Sensor Intelligence.

### Profilmesssystem mit neuer Schnittstelle



de Systeme kundenspezifisch entsprechend der individuellen Anforderungen. Auf diese Weise ist eine effizientere Qualitätsüberwachung im laufenden Produktionsprozess möglich: Der sofortige Datenabgleich

Third Dimension präsentiert sein Profilmesssystem GapGun Pro mit neuer Schnittstelle: GapGun Link vereinfacht das Messdaten-Management im Produktionsablauf, indem es eine nahtlose Anbindung des Messsystems an ein zentrales Produktionsdatensystem ermöglicht.

Um einen optimalen Datenaustausch zu gewährleisten, erfolgt die Integration in bestehen-

zwischen den im Produktionssystem hinterlegten Solldaten und den Messdaten macht geometrische Abweichungen schnell sichtbar und bietet damit eine rasche Entscheidungsgrundlage zur Optimierung der Produktionsabläufe, noch während sich das Teil in der Fertigungslinie befindet. Eingriffe in den Produktionsprozess werden von zentraler Stelle initiiert und gesteuert. [www.third.com](http://www.third.com)



### Qualitätssicherung mit System

Die Mess- und Prüftechnik wird im Zeitalter von Industrie 4.0 zunehmend zum Steuerungsinstrument der Fertigung. In dieser neuen Rolle muss sie Qualitätsdaten noch flexibler und schneller an unterschiedlichen Orten erfassen und verwalten können: im Messraum, an der Produktionslinie und in der Linie. Messtechniklösungen von Zeiss, vor allem die Prozesskette Zeiss Car Body Solutions, setzen genau an diesem Punkt an. Qualitätssicherung im Karosseriebau ist mehr denn je essentiell, wenn teure Rückrufaktionen vermieden werden sollen.

Als Konsequenz sieht Zeiss ein stärkeres Interesse an Messtechniklösungen, die nahe an oder auch in der Produktionslinie zur Anwendung kommen. Durch die neue Carl Zeiss Optotechnik (vormals Steinbichler) hat Zeiss zum einen den Eintritt in den Sektor Optische 3-D-Digitalisierung beschleunigt und sich zum anderen darüber hinaus mit seiner Prozesskette Zeiss Car Body Solutions in den Bereichen Qualitätssicherung und Datenvernetzung im Karosseriebau hervorragend aufgestellt. [www.zeiss.de](http://www.zeiss.de)



### Neuer optischer 3D-Linienscanner

Wenzel stellt den Shapetracer II vor, ein hochflexibler 3D-Linienscanner für die Erfassung und Bearbeitung von Punktwolken auf einem Multisensor-Koordinatenmessgerät. Der optische Sensor ist in das Softwarepaket PointMaster von Wenzel integriert und liefert qualitativ hochwertige, präzise und wiederholbare Ergebnisse. Im Vergleich zum Vorgängermodell wurde eine Leistungssteigerung von über 400% durch einen größeren Messbereich und eine höhere Messgeschwindigkeit erzielt. Der

3D-Laserscanner erfasst, mit einer Linienbreite von bis zu 120 mm, noch mehr Daten in kürzerer Zeit. Shapetracer II bietet mit einem geringen Arbeitsabstand von lediglich 90 mm und einer Messtiefe von 120 mm im Marktvergleich herausragende Werte. Der Sensor kann sehr nahe am Werkstück scannen, womit der Anwendungsbereich optimal ausgenutzt wird. Der Shapetracer II ist damit für die Prüfung kleiner Teile wie auch für großvolumige Komponenten bestens geeignet.

[www.wenzel-group.com](http://www.wenzel-group.com)

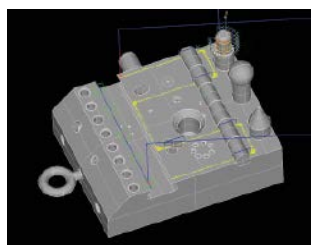
### Neue Software-Version

Die neue WinWerth Version 8.40 bietet eine Vielzahl neuer Funktionen. Durch die erweiterten Scanbahn- und Punktverteilungsmodi für alle Geometrielemente entfällt das zeitaufwändige manuelle Positionieren des Sensors. Die Kollisionsgefahr ist minimal, da WinWerth Hindernisse am Werkstück erkennt und Umfahrwege generiert. Mit Hilfe des merkmalsorientierten Messens können auch ausgewählte einzelne Maße mit einem umfangreichen Messprogramm ermittelt werden. Der Bediener wählt die

gewünschten Ergebnisse an und WinWerth identifiziert automatisch alle relevanten Elemente mit den zugehörigen Einstellungen und der Ausrichtung des Werkstücks.

Für TomoScope und TomoCheck Geräte stehen ebenfalls mehrere neue Funktionen zur Verfügung. Beispielsweise können Füllvolumen von Gefäßen und der Volumeninhalt von Werkstücken berechnet werden. Mit Hilfe des Lunckerfilters ist die Auswertung von Computertomographie-Messungen (CT) ohne störende Luncker möglich – oder die Luncker können nach Größe sortiert, separat dargestellt und analysiert werden. Die Mehrspektralen-Tomographie bietet eine einzigartige Lösung für Mehrkomponenten-Werkstücke wie bestückte Steckverbinder.

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







### Komplettpaket mit Koordinatenmessgerät

In der CNC-gesteuerten Multi-Sensor-KMG-Lösung von Perceptron sind taktile Messung und Laserscanning nahtlos in einer einzigen Messanlage integriert, die rein über Touchscreen-Software bedient werden kann. Ein zur vollautomatischen Prüfung von Fertigungsbauteilen eingesetztes Hybrid-KMG-Paket ermöglicht die vollständige und präzise Merkmalsextraktion aus der Punktwolke und einen direkten Vergleich mit der CAD-Konstruktionsvorgabe.

Die bei Koordinatenmessgeräten traditionell eingesetzte Software ist meist so komplex, dass sie nur von Messtechnik-Experten beherrscht wird. Mit dem neuen Softwaremodul TouchCloud als Add-on zur TouchDMIS-Software hat Perceptron dieses Expertenwissen direkt in die Software-Lösung eingebaut, so dass auch weniger fachkundiges Personal die KMG-Bedienung übernehmen kann. Durch die vollständige Merkmalsextraktion aus der Punktwolke anstelle eines gerenderten STL-Formats wird eine höhere Messgeschwindigkeit und Genauigkeit erzielt. Abhängig von Merkmalstyp und Toleranz können Bauteilmerkmale wahlweise taktil mit dem Messtaster oder optisch mit dem Laserscanner erfasst werden.

Der eingesetzte Perceptron-ScanR-Laserscanner mit grünem Laserlicht bietet einen größeren Dynamikbereich zur Messung auf hochreflektierenden oder schwarzen Bauteilen.

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

### Kompaktensor für Abstands- und Schichtdickenmessungen

Precitec Optronik stellt mit dem Chrocodile C einen neuen chromatischen Sensor vor. Der neue Kompaktensor misst ultragenau und mit hoher Geschwindigkeit sowohl Abstände als auch Schichtdicken. Das Bauprinzip integriert Optoelektronik und Messkopf in einem einzigen zigaretenschachtelgroßen Gehäuse. Mit vier ebenfalls neu entwickelten Messköpfen, die sich durch den Anwender einfach austauschen lassen, kann das System in weiten Grenzen parametrisiert und der Messaufgabe angepasst werden.

Der neue Chrocodile C Sensor ist zugleich der kleinste „All-in-one“-Punktsensor von Precitec Optronik. Die chromatisch-konfokal messende Einheit aus Sensor und Messkopf wiegt im einsatzbereiten Zustand nur 440 g. Die optischen Messköpfe lassen sich ohne Werkzeug wechseln. An der Systemeinheit selbst gibt es keine weiteren Einstellelemente; Leuchtdioden informieren über Status und Betriebsbereitschaft des Messsystems. Das triggerbare System besitzt einen Sync-Ausgang und verfügt über die Standard-Schnittstellen Ethernet und RS422.

Mit seinem kompakten Gehäuse eignet sich der Chrocodile C Sensor besonders für Inprozesskontrollen im Rahmen der Qualitätssicherung und zur Integration in automatischen optischen Inspektionsmaschinen. Dabei ermöglichen seine hohe Dynamik und ein exzellentes Signal-/Rauschverhältnis Messungen auf unterschiedlichsten Oberflächen. Das robuste und berührungslos arbeitende Messsystem ist wartungsfrei und einfach in Inspektionsmaschinen integrierbar.

[www.precitec-optronik.de](http://www.precitec-optronik.de)



### Telezentrische Objektive

- Feste und variable Blende
- Objektgröße 50 mm bis 300 mm
- Kundenspezifische Modifikation



### Telezentrische Kondensoren

- LED-Beleuchtung (R,G,B,IR)
- Dauer- und Blitzbetrieb
- Dimmbar



### CCD Objektive

- UV, VIS, NIR und SWIR
- Sensorgröße bis 40 mm
- Brennweite 4 mm bis 250 mm



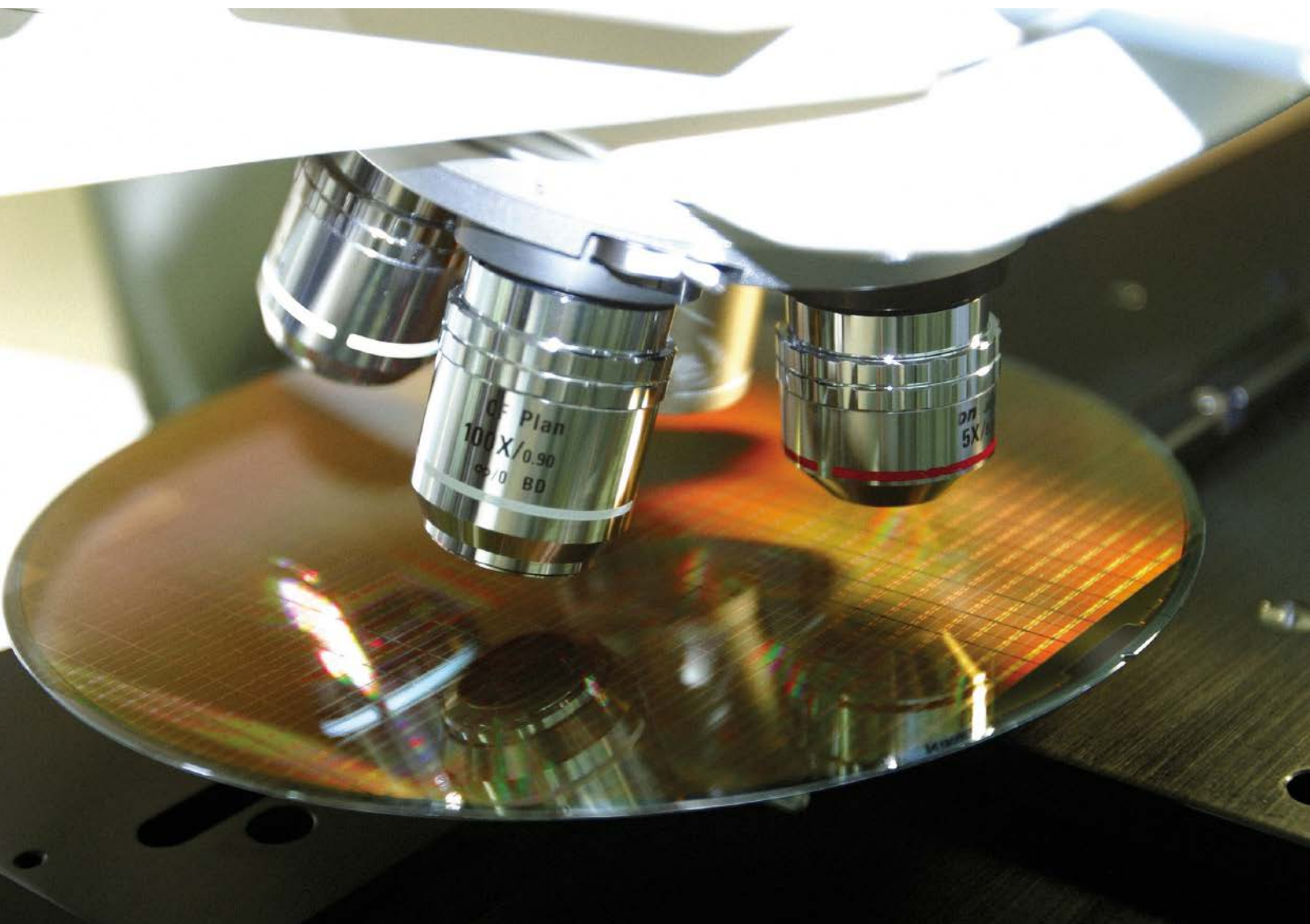
**Optatec** Besuchen Sie uns!  
 07. - 09. 06. 2016  
 Frankfurt  
**Halle 3**  
**Stand A39**

**SILL OPTICS**  
 GmbH & Co. KG  
[www.silloptics.de](http://www.silloptics.de)  
[info@silloptics.de](mailto:info@silloptics.de)



# Hochgeschwindigkeits- mikroskopie zur Qualitätskontrolle

Piezoantriebe in echtzeitfähigen Autofokus-Systemen erweitern das Anwendungsspektrum von Mikroskopieverfahren



Viele großflächige Objekte müssen zur Qualitätskontrolle auf mikroskopisch kleine Details untersucht werden. Vor allem wenn hohe Auflösung gefordert ist, können konventionelle Mikroskopieverfahren nicht mit der Geschwindigkeit der heute üblichen Automatisierungstechnik Schritt halten. Dank neuer Hochdurchsatz-Mikroskopiesysteme hat sich das nun geändert. Piezoaktoren als Antriebe in ihren echtzeitfähigen Autofokus-Systemen spielen dabei eine Schlüsselrolle.

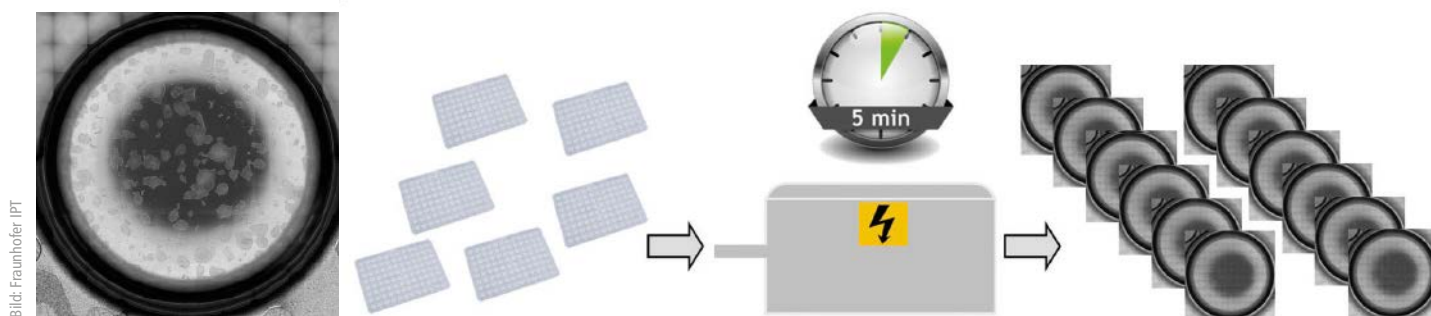


Abb. 1: Bei der automatisierten Prüfung biologischer Proben in Mikrotiterplatten ermöglichen eine schnelle Bildverarbeitung und -Auswertung hohe Durchsatzraten, wenn die Hardware es erlaubt.

Sowohl in der Elektronik- und Halbleiterfertigung als auch in der Biotechnologie oder Pharmazie ist das Problem bekannt: Bei großflächigen Proben wie Platinen oder Mikrotiterplatten dauern mikroskopische Aufnahmeprozesse bei hohen Vergrößerungen oft sehr lange, denn bis zu mehreren zehntausend Einzelaufnahmen müssen erstellt und ausgewertet werden. Dabei muss der Probenstisch das Objekt für jede Einzelaufnahme exakt positionieren. Aus Zeitgründen wird daher vielfach auf eine 100 %-Prüfung verzichtet und es bleibt bei Stichprobenuntersuchungen an einigen ausgewählten Stellen (Abb. 1).

Jetzt hat sich das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen mit dieser Problemstellung befasst. Das Institut ist u. a. darauf spezialisiert, Systemlösungen aus einer Hand für produzierende Unternehmen zu erarbeiten, wobei die Schwerpunkte in den Bereichen der Prozesstechnologie, der Produktionsmaschinen, der Mechatronik, der Produktionsqualität und Messtech-

nik sowie des Technologiemanagements liegen.

Das IPT hat als Lösung einen neuen Aufnahmeprozess entwickelt, mit dem großflächige Objekte in Sekundenschnelle mikroskopiert werden können (Abb. 2 und 3). Erstmals wird so eine mikroskopische 100 %-Prüfung im industriellen Umfeld möglich.

#### Messen On-the-Fly für hohe Bildraten

Bei diesem Verfahren bewegt der Tisch das Objekt im Gegensatz zum herkömmlichen „Stop-and-Go“-Betrieb kontinuierlich mit konstanter Verfahrensgeschwindigkeit während der Aufnahme. Die Probe kann dadurch mit sehr hohen Bildraten, je nach Kamera mit mehr als 100 fps, digitalisiert werden. Da das Objekt dabei nur extrem kurz mit einem Blitz beleuchtet wird, gibt es keine Bewegungsunschärfe. Der zeitoptimierte Scanprozess ist mit einem echtzeitfähigen Datenhandling und Bildverarbeitungsschritten kombiniert. Selbst rechenintensive Aufgaben wie Stitching-Prozesse laufen nahezu

„Bei diesem Verfahren bewegt der Tisch das Objekt im Gegensatz zum herkömmlichen „Stop-and-Go“-Betrieb kontinuierlich mit konstanter Verfahrensgeschwindigkeit während der Aufnahme.“

Fortsetzung auf S. 52



**STEMMER**<sup>®</sup>  
IMAGING

## MEHRWERT SOWEIT DAS AUGE REICHT.

Das Standardwerk der Bildverarbeitung jetzt  
aktualisiert auf über 450 Seiten.

- Technische Grundlagen, Expertenwissen und neueste Technologien auf einen Blick
- Umfassende Produktinformationen für jede Bildverarbeitungsaufgabe

**AUTOMATICA**<sup>®</sup>  
21. – 24. Juni 2016  
Messe München  
Halle B5.502

Jetzt kostenfrei anfordern oder direkt downloaden!

► [www.stemmer-imaging.de/handbuch](http://www.stemmer-imaging.de/handbuch)

ohne Verzögerung ab. Einzelaufnahmen lassen sich noch während die Messung nahtlos zum Gesamtbild zusammenfügen. Das ist vor allem der hohen Rechenleistung des Systems und der ausgereiften Software zu verdanken, aber auch die eingesetzte Hardware trägt dazu bei.

So gilt es, während des kontinuierlichen Scannens den Fokus nachzuregeln. Denn die Oberflächentopologie überschreitet die Schärfentiefe eines Objektivs bei Weitem, sei es in der Biotechnologie aufgrund der Unebenheiten der spritzgegossenen Kunststoff-Mikrotiterplatten oder in der Elektronikfertigung bei unterschiedlich hohen Bauteilen auf der Platine oder aufgrund von Verkipnungen des gesamten Wafers. Die Oberfläche kann nur dann scharf abgebildet werden, wenn der Fokus rechtzeitig nachgeregelt wird. Für mikroskopische Aufnahmen aus der Bewegung ist also eine echtzeitfähige Autofokussfunktion erforderlich; der Fokus muss präzise und dynamisch in Richtung der optischen Achse justiert werden.

**Piezoaktoren und ihre Eigenschaften**

Diese Aufgabe übernehmen piezobasierte Antriebssysteme (Abb. 3). Mit einem Stellweg von bis zu etwa 500 µm sind sie für die Autofokusanwendungen gut geeignet. Zudem sind sie Schrittmotoren im Hinblick auf Genauigkeit und vor allem Dynamik deutlich überlegen. Darüber hinaus profitiert die Mikroskopie noch von einer Reihe weiterer Eigenschaften der Piezoantriebe: Piezoelektrische Materialien wandeln elektrische Energie direkt in mechanische um und umgekehrt. Für die Positionierung wird die Bewegung genutzt, die entsteht, wenn eine elektrische Spannung an ein piezoelek-



Abb. 2: Mit einem Hochdurchsatz-Mikroskopie-system können großflächige Objekte in Sekundenschnelle mikroskopiert werden. Erstmals ist so eine mikroskopische 100%-Prüfung im industriellen Umfeld möglich.

Bild: Fraunhofer IPT



Bild: Fraunhofer IPT

Abb. 3: Prinzipieller Aufbau des modularen Hochgeschwindigkeitsmikroskops

trisches Material angelegt wird. Aktoren, die auf diesem Piezoeffekt basieren, bewegen sich mit Auflösungen im Sub-Nanometerbereich bei hoher Dynamik und mit Scanfrequenzen bis zu mehreren hundert Hertz. Da die Bewegung auf kristallinen Effekten beruht, gibt es keine rotierenden oder reibenden Teile, weshalb Piezoaktoren praktisch wartungs- und verschleißfrei sind.

In den Hochgeschwindigkeitsmikroskopen setzt das Fraunhofer IPT die PIFOC-Z-Antriebe von Physik Instrumente (PI) ein, dem führenden Hersteller von Positioniersystemen mit Genauigkeiten im Nanometerbereich. Die Antriebe des Karlsruher Unternehmens bieten für solche Anwendungen ideale Voraussetzungen. Sie können sehr klein und steif gebaut werden. Dadurch reagieren sie mit kurzen Ansprechzeiten und positionieren durch die gute Führung auch bei verhältnismäßig großen Verfahrenswegen bis 500 µm sehr präzise.

Die spielfreie und hochgenaue Festkörperführung sorgt für eine hohe Fokusstabilität. So kann im Bereich unter einem Nanometer fein positioniert werden. Die Anforderungen an die Genauigkeit sind für Piezosysteme in der beschriebenen Anwendung jedoch eher mäßig, da lediglich genauer positioniert werden muss als die Schärfentiefe des Objektivs. Wichtig sind allerdings die Wiederholgenauigkeit und die kurze Einschwingzeit von weniger als 10 ms. Somit verhindert der Piezo-Antrieb, dass das Objekt bei hohen Scangeschwindigkeiten aus dem Fokus läuft. Zusammen mit Direktmetrologie, kapazitiven Sensoren und Digitalcontrollern erreichen die Piezoantriebe höchste Linearitäten mit maximal 0,06 % Abweichung. Die kapazitiven Sensoren messen direkt und berührungslos den bewegten Teil der Mechanik. Weder Reibung noch Hysterese beeinträchtigen die Messung. Die Objektiv-Position lässt sich genau dem jeweiligen Einzelbild zuordnen.

**Einfache Integration**

Das IPT nutzt zur Ansteuerung einen Digital-Controller E-709 mit Linearisierungsalgorithmen, der einfach über eine analoge Schnittstelle an das Gesamtsystem angebunden werden kann. Auch die Antriebe selbst lassen sich mit ihrem Schnellverschlussadapter gut integrieren. Nach dem Einschrauben des Adapters in den Revolver wird der Antrieb darin in der gewünschten Ausrichtung befestigt. Da der Objektivpositionierer selbst nicht gedreht werden muss, ist die Kabelführung unproblematisch. Für Anwendungen, in denen ein besonders großer freier optischer Durchgang erforderlich ist, gibt es eine Variante mit 29 mm freier Apertur im Gewindeinsatz. Der Mikroskopie unter industriellen Bedingungen erschließen sich damit völlig neue Möglichkeiten; Piezoantriebe haben dazu beigetragen.

**Autoren**

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirt.Ing. Friedrich Schenk, Wissenschaftlicher Mitarbeiter, Fraunhofer IPT

Dipl.-Phys. Steffen Arnold, Leiter Markt und Produkte, Physik Instrumente

Ellen-Christine Reiff M.A., Fachjournalistin, Redaktionsbüro Stutensee

**Kontakt**

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
 info@pi.ws  
 www.pi.ws

**Weitere Informationen**



Videointerview zum Thema Hochgeschwindigkeitsmikroskopie

# Optische Module für 5-Achsensystem



Mit einem neuen optischen Messtaster (RVP) für den Einsatz mit Revo 5-Achsen-Messsystemen auf Koordinatenmessgeräten (KMGs) erweitert Renishaw die Multisensor-Funktion von Revo. Neben der bestehenden berührend schaltenden, taktilen Hochgeschwindigkeits-Scanning und Rauheitsmessfähigkeit steht nun auch die berührungslose Messfähigkeit zur Verfügung.

Das neue System besteht aus einem speziellen Modul für die Aufnahme von verschiedenen optischen Sensoren, welche mit allen anderen Messtastern automatisch wechselbar sind. Daten aus verschiedenen Sensoren werden automatisch einem bekannten Referenzpunkt zugeordnet. Dank dieser Flexibilität kann das optimale Werkzeug für die Prüfung einer großen Auswahl an Merkmalen gewählt werden.

Das 5-Achsenmesssystem erhält mit dem Revo-2 nun auch einen Nachfolger, der die neuen Funktionalitäten unterstützt. Zusammen mit der neuen KMG-Steuerung UCC S5 und mit einer verbesserten Leistung und Kommunikationsfähigkeit baut das neue System auf dem bewährten Multisensor-Messsystem auf. Der Messkopf verfügt außerdem über einen größeren Bewegungsbereich in der negativen A-Achse, wodurch ein verbesserter Zugang zum Werkstück möglich ist und die Komplexität der Tastereinsatzkonfigurationen verringert wird.

Revo-2 enthält das optische Atom Inkremental-Messsystem, das Miniaturisierung mit Unempfindlichkeit und hervorragender Messleistung mitei-

einander kombiniert. Der Abtastkopf bietet Geschwindigkeiten bis 20 m/s (29.000 min<sup>-1</sup> bei einer 17 mm Scheibe) und Auflösungen bis 1 nm (0,004 Winkelsekunden bei einer 108 mm Scheibe) mit verschiedenen Maßverkörperungen aus Edelstahl oder Glas für die Weg- und Winkelmessung.

Als einziges Scan-System für KMGs steuert es die Bewegung von drei Maschinen- und zwei Messkopfachsen gleichzeitig und erfasst dabei Werkstückdaten über 2D- und 3D-taktile Messtaster, Oberflächenrauheits-Messtaster und jetzt auch über berührungslose optische Messtaster. Das neuartige Design des Messkopfes enthält ausgeklügelte Lasermess- und elektrische Signalübertragungstechnologie für akkurate Werkstückmessungen mit extrem hohen Datenaufnahmeraten. Dank des 5-Achsen-Steuerungssystems wird die Mehrzahl der unerwünschten dynamischen Fehler, die mit Maschinenbewegungen in Verbindung gebracht werden, eliminiert, da hier der Messkopf den Großteil der Arbeit leistet. Da der Messkopf wesentlich leichter und viel dynamischer als ein Koordinatenmessgerät ist, ist er in der Lage, Änderungen in der Teilegeometrie schneller zu folgen, ohne dabei unerwünschte dynamische Fehler zu generieren.

Die Teilebeleuchtung erfolgt durch eine integrierte programmierbare LED-Beleuchtung in den Sensoren. Eine Verbesserung der Hintergrundmerkmale ist über Gegenlicht in Verbindung mit einer spezifischen Werkstückspannvorrichtung möglich.

Das RVP System wird anhand desselben I++ DME konformen Interface wie Revo verwaltet und Renishaws Modus Messsoftware bietet dazu eine volle Funktionalität für den Benutzer.

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



## INSPEKTION SPIEGELNDER OBERFLÄCHEN

### reflectCONTROL

- Automatische Oberflächeninspektion und Defekterkennung auf spiegelnden Bauteilen
- Schnell und hochauflösend
- Erprobte Technologie sowohl zur Offline-Inspektion als auch zur Integration in die Fertigungslinie
- Reproduzierbare Fehlererkennung und -dokumentation
- Roboterausführung zur Vermessung in mehreren Messpositionen



**AUTOMATICA**  
OPTIMIZE YOUR PRODUCTION

München | Halle A4 / Stand 305

Tel. +49 8542 1680

[www.micro-epsilon.de](http://www.micro-epsilon.de)

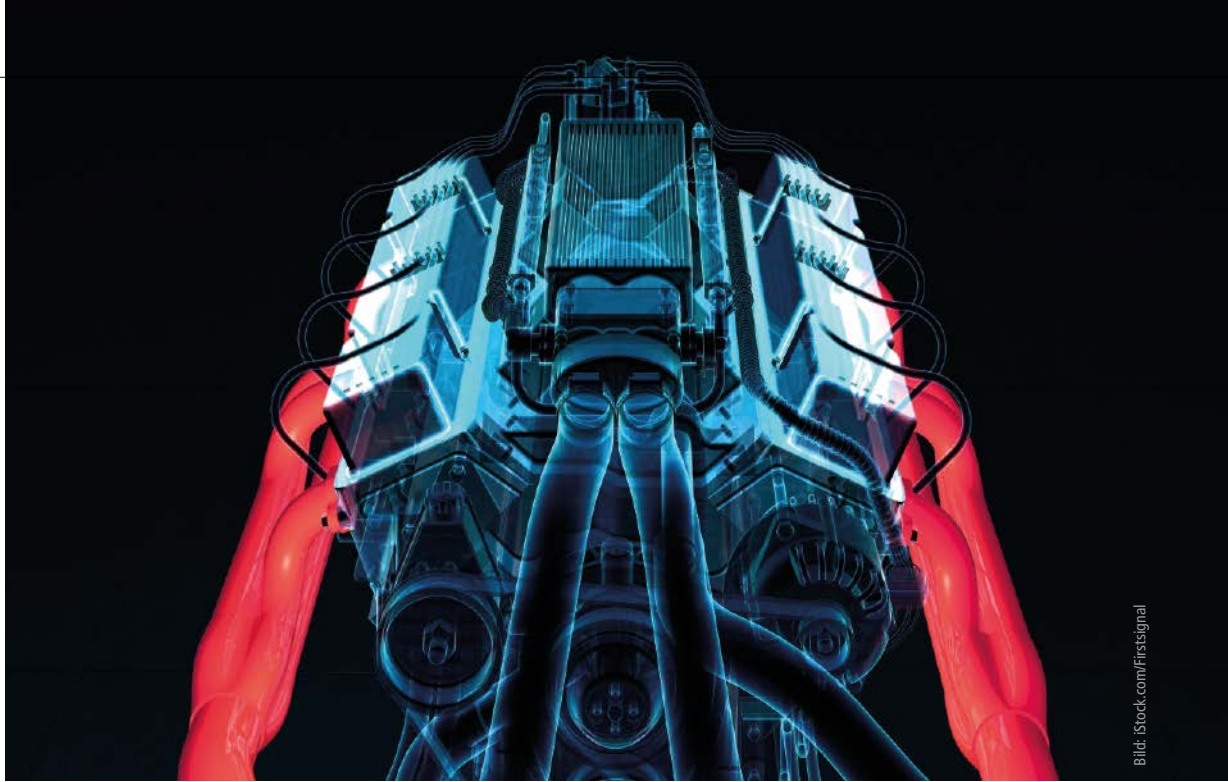


Bild: iStock.com/Firstsignal

# Den entscheidenden Moment im Blick

## Optische Multisensorik für zeitkritische Schwingungsmessungen

Die Laser-Scanning-Vibrometrie hat sich als berührungsloses, schnelles, flächenhaftes Verfahren zur Messung von Schwingungen in vielen Anwendungsbereichen bewährt. Wenn transiente, also zeitkritische bzw. unwiederbringliche Momente erfasst werden sollen, stößt das Verfahren jedoch an seine Grenzen. Aber auch für solche Messaufgaben gibt es jetzt eine berührungslose Methode.

**S**chnell ablaufende Ereignisse wie Stoß- und Schaltvorgänge oder z. B. das Zuschlagen einer Tür lassen sich mit der herkömmlichen Laser-Scanning-Vibrometrie nicht durch sequentielles Scannen erfassen. Sogenannte Multipoint-Vibrometer schaffen hier Abhilfe.

Schwingungsmessungen in realen Situationen stellen meist ganz besonders hohe Anforderungen an die Messsysteme. Unter Betriebsbedingungen muss oft direkt der erste Schuss sitzen. Typische Beispiele dafür finden sich bei der Schwingungsanalyse von

Strömungsmaschinen oder Ventilen, beim Hochlauf von elektrischen Antrieben oder Verbrennungsmotoren, Abgasanlagen, Absprengvorgängen einzelner Raketentufen in der Raumfahrt oder ähnlichem. In etlichen Fällen sind entsprechende Tests zwar möglich, indem eine entsprechende Anzahl von Beschleunigungsaufnehmern an neuralgischen Punkten der Messobjekte befestigt wird. Manche Objekte lassen aber eine Befestigung entsprechender Sensorik gar nicht zu, z. B. weil ihre Oberfläche zu heiß, zu weich oder zu empfindlich ist. Außerdem gilt es zu berücksichtigen, dass sich durch die Masse der Sensoren auch das Schwingverhalten des Messobjekts verändert. Beschleunigungsauf-

nehmer z. B. an einem heißen Abgaskrümmmer anzubringen, ist unmöglich. Schwingungsmessungen unter realen Bedingungen waren bisher in solchen Fällen überhaupt nicht realisierbar; denn die einzige Alternative, nämlich berührungslose Messsysteme für viele Messpunkte, würden eine praktisch nicht zu stemmende Investition erfordern.

### Mit bis zu 48 Augen sehen

Doch auch für solche schwierigen schwingungsmesstechnischen Momentaufnahmen gibt es eine praxisgerechte, optische und damit berührungslose sowie rückwirkungs-freie Lösung. Das neue Multipoint Vibrometer MPV-800 von Polytec kann erstmals

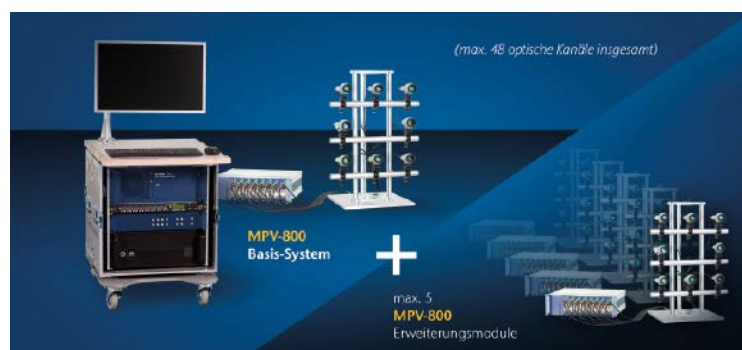


Bild: Polytec

**Abb. 1:** Grundlage für das Multipoint Vibrometer ist das MPV-800-Basis-System, das sich modular auf ein Vibrometersystem mit bis zu 48 optischen Kanälen erweitern lässt.

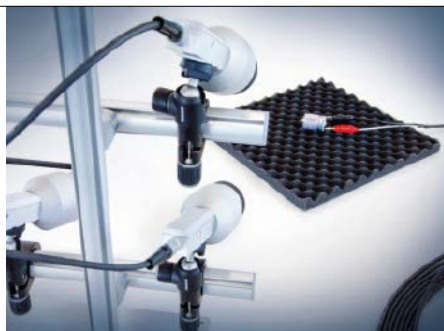


Abb. 2: Die Multisensor-Anordnung ermöglicht es, die Amplituden- und Phasenverteilung auf der Oberfläche mit nur einer einzigen Messung zu erfassen.

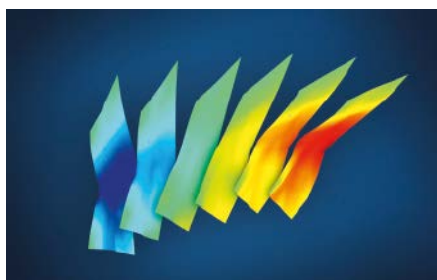


Abb. 3: Betriebsschwingformen aufgelöst nach Zeit und Frequenz

unwiederbringliche Momente flächenhaft erfassen, und das selbst bei sehr sensiblen Objekten und unter schwierigen Bedingungen (Abb. 1). Es ermöglicht eine synchrone Messung aus allen Perspektiven mit bis zu 48 individuell einstellbaren faseroptischen Sensoren, die flexible Messungen als Messfeld aus einer Richtung oder um komplex geformte Objekte herum erlauben. Je nach Konfiguration lassen sich dabei sogar dreidimensionale Schwingungsvektoren erfassen. Die hohe optische Empfindlichkeit (mehr als 100 % höher als bei den bewährten Einpunkt-Vibrometern) sorgt dafür, dass Messungen mit niedrigem Rauschpegel auf beliebigen Oberflächen und ohne Vorbehandlung der Testobjekte oder Proben möglich sind.

Das neue Vibrometer ist modular aufgebaut. Dadurch lassen sich Systemkomponenten mehrfach nutzen, was die Anschaffungskosten senkt. Durch dieses Plus an Wirtschaftlichkeit lassen sich die Vorzüge der berührungslosen Messung überall dort nutzen, wo bisher große Mengen von Beschleunigungssensoren verwendet werden mussten oder es schlichtweg keine geeigneten Testmethoden gab. Außerdem kann der Anwender das System durch den modularen Aufbau gut an die jeweiligen Applikationsanforderungen anpassen.

#### Modular und anpassungsfähig

Die Grundlage bildet immer das Basissystem mit einer Workstation für die Datenerfassung. Dieses besitzt acht optische Vibrometerkanäle, acht Referenzkanäle (z. B. für Beschleunigungsaufnehmer) und eine spezielle Software. Diese Basis lässt sich bei Bedarf mit weiteren Optikeinheiten leicht auf

ein Vibrometer-System mit bis zu 48 Kanälen erweitern. Jede Optikeinheit enthält ein 8-Kanal-Interferometer, eine gemeinsame augensichere Laserlichtquelle sowie Anschlüsse für acht Faserköpfe. Da sich die bis zu 48 Faserköpfe praktisch beliebig anordnen lassen, sind ganz unterschiedliche Messaufgaben realisierbar.

Mit einer Multisensor-Anordnung, z. B. auf einem Stativ (Abb. 2), können Amplituden- und Phasenverteilung auf der Oberfläche vollflächig ausgewertet werden. Bei transienten, nicht reproduzierbaren Vorgängen erfasst das System dann komplette dynamische Strukturen in Echtzeit in nur einer einzigen Messung. Bei Bedarf lassen sich die Messköpfe aber auch frei im Raum um das Messobjekt herum anordnen. Durch die so gewonnenen Erkenntnisse können transiente Vorgänge oft besser gedeutet werden, da beim Auswerten der Ergebnisse alle Blickwinkel bekannt sind. Werden drei Sensoren auf einen Punkt fokussiert, sind sowohl In-Plane- als auch Normalkomponenten der Schwingungen messbar, und somit auch dreidimensionale Schwingungsmessungen möglich. Das Multipoint Vibrometer misst also wahlweise bis 48 Einzelpunkte, 16 3D-Punkte oder beliebige Kombinationen aus 1D- und 3D-Punkten.

#### Software schafft Überblick

Die MPV-Software unterstützt dabei sämtliche Aufgabenstellungen. Sie ist speziell darauf ausgelegt, mit vielen Kanälen die Prüfdaten auf räumlich ausgedehnten Testobjekten zu erfassen und die Konfiguration des Systems zu verwalten. Darüber hinaus bietet sie gleich eine ganze Reihe praxisgerechter Features, welche die Messungen

komfortabel machen und eine hohe Testqualität unterstützen.

So spart z. B. eine automatische Messpunktidentifikation beim Einrichten des Prüfaufbaus Zeit und verhindert Fehlversuche. Für die Messung lassen sich dann die Geometriedaten der Prüfobjekte direkt aus dem CAE-System oder aus Simulationsprogrammen importieren. Werden anschließend die Messergebnisse darüber gelegt, ergeben sich sehr anschauliche, aussagekräftige Bilder (Abb. 3). Genauso elegant lassen sich aber auch die Flächennormale errechnen, was den Akustikern entgegenkommt.

Da die Software mit Objektkoordinaten arbeitet, ist ein direkter Vergleich mit Simulationsdaten oder akustischen Simulationen möglich. Für die Analyse werden die Schwingungen getrennt nach Zeit und Frequenz flächenhaft z. B. als 3D-Modell angezeigt. Zur Nachbearbeitung und Dokumentation sind Exportfilter in verschiedene Formate erhältlich. Alles in allem erschließt das System der optischen, berührungslosen und damit rückwirkungsfreien Schwingungsmessung eine neue Dimension, von der zahlreiche Anwendungen profitieren können.

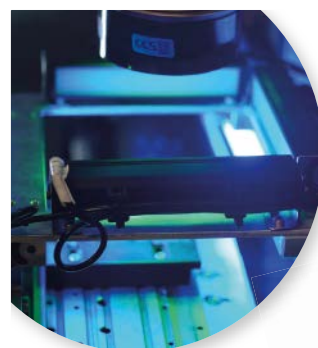
#### Autoren

Dipl.-Ing. (TU) Jörg Sauer, Produktmanagement Vibrometrie, Polytec

Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee

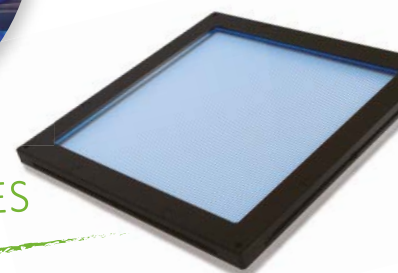
#### Kontakt

Polytec GmbH, Waldbronn  
Tel.: +49 7243 604-0  
info@polytec.de  
www.polytec.com



**CCS**  
CREATING CUSTOMER SATISFACTION

ALL NEW  
LFX3 SERIES



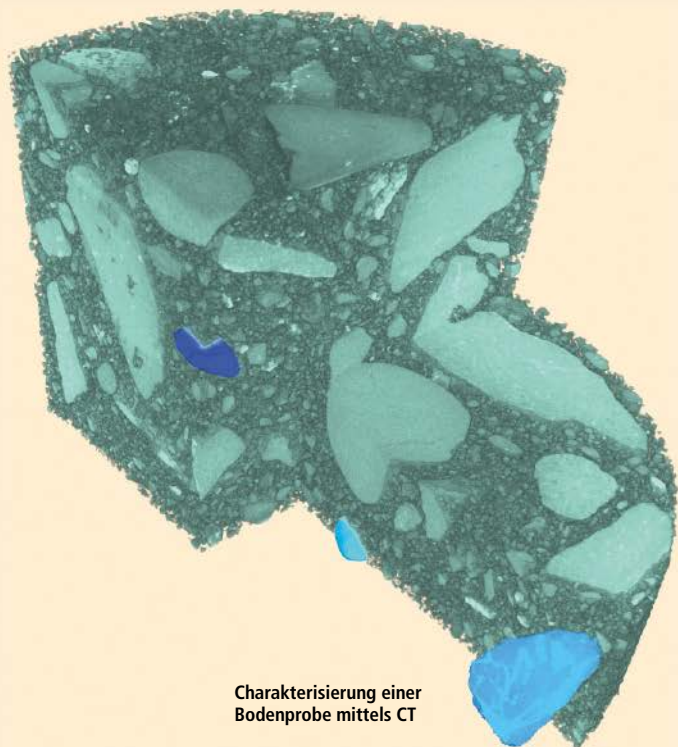
**LIGHTING SOLUTION**

LED ILLUMINATOR FOR MACHINE VISION

WORLD CLASS LED LIGHTING TECHNOLOGY  
LET OUR EXPERTISE WORK FOR YOU

n.v. CCS Europe s.a.  
Tel + 32 (0)2 333 00 80  
e-mail info@ccseu.com - www.ccs-grp.com





Charakterisierung einer Bodenprobe mittels CT

# CT-Automat für das Prüflabor

Ein schnelles Prüfsystem für die Qualitätssicherung

Ein Prüfsystem gilt dann als besonders effizient, wenn es neben den zu erbringenden Messleistungen auch einen hohen Probendurchsatz erlaubt. Diesen Anspruch müssen auch CT-Systeme für sich gelten lassen. Aus der Verbindung von Automatisierungstechnik und digitaler Bildanalyse mit einem schnellen CT-Scanner entsteht ein solches leistungsfähiges Prüfgerät, das bis zu 20 Proben je Stunde prüfen kann.

Die Computertomographie (CT) ist ein leistungsstarkes zerstörungsfreies Prüfverfahren, das Ergebnisse liefern kann, die mit keinem anderen Prüfverfahren erreicht werden können. Aus diesem Grund dringt die CT in immer mehr Bereiche der industriellen Prüfung vor und ergänzt oder ersetzt dort andere Prüfverfahren. Allerdings gilt die Computertomographie im Allgemeinen noch als teuer, aufwändig, langsam und kompliziert in der Bedienung. Dies muss jedoch nicht so sein.

## Arbeitsweise des CT

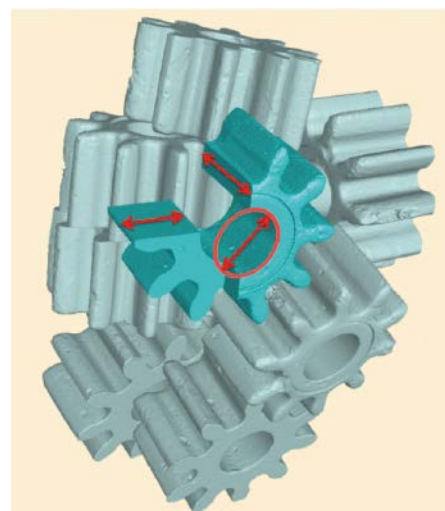
Zur Prüfung wird bei der Computertomographie das Untersuchungsobjekt auf einen Drehtisch gestellt. Während der Prüfung wird das Objekt um 360° gedreht. Dabei werden viele hundert Röntgen-Durchstrahlungsbilder des Objektes aufgenommen. Mit speziellen Computeralgorithmen wird aus diesen Durchstrahlungsbildern das dreidimensionale Volumenbild des Objektes, die sogenannte Rekonstruktion berechnet. Das kleinste Bildelement dieser Rekonstruktion ist das Voxel (volume pixel). Jedes Voxel repräsentiert einen kleinen Bereich des Objektes. Der Grauwert des Voxels gibt dabei die Röntgendichte des entsprechenden Objektbereiches wieder, die wiederum ein Maß für

die Materialdichte an der entsprechenden Stelle ist. Somit liefert die Rekonstruktion nicht nur alle inneren und äußeren Konturen und Grenzflächen des Objektes, sondern auch Informationen über die Dichte der jeweiligen Materialien.

Übliche CT-Systeme für industrielle Anwendungen sind gewöhnlich sehr vielseitige Geräte und können deshalb nur von speziell geschultem Personal bedient werden. Vor der eigentlichen CT-Aufnahme sind verschiedene Vorbereitungen zu treffen. Je nach Aufgabenstellung kann deshalb eine CT-Aufnahme eine halbe Stunde bis zu über zwei Stunden dauern. Nach Abschluss der CT-Aufnahme muss das erhaltene Volumenbild noch geprüft und gegebenenfalls bewertet werden. Bei der visuellen Prüfung müssen dazu 1.000 oder mehr Schichtbilder der Rekonstruktion gesichtet werden.

## Automatisierte CT-Scans

Aktuelle Entwicklungen in der Röntgen- und Rechnertechnik haben dazu geführt, dass nun selbst hochaufgelöste CT-Aufnahmen innerhalb weniger Minuten erstellt werden können. Um dieses Potential z. B. für Serienprüfungen auch wirklich nutzen zu können, müssen auch die anderen Bearbeitungsschritte beschleunigt und automatisiert wer-



Prüfung von Zahnrädern



Station zur Probenerfassung und -vorbereitung



den: Vorbereitung der CT-Aufnahme, Probenwechsel und Auswertung des Volumenbildes.

Ein solches automatisiertes System, das ursprünglich für die produktionsbegleitende Qualitätssicherung bei der Herstellung von Saatgut entwickelt wurde, ist heute bei verschiedenen europäischen Produzenten im Einsatz. Das System eignet sich aber ebenso für die Prüfung anderer Produkte und kann bei Bedarf an spezielle Aufgabenstellungen z. B. bezüglich Auflösungsvermögen oder Objektgröße angepasst werden.

Bei dem CT-Automaten

werden die Proben nicht mehr einzeln eingestellt, sondern es werden auf einem speziellen Tablett bis zu 60 Proben auf einmal in das System eingestellt. Die Tablets werden vorher an einer gesonderten Probenvorbereitungsstation vorbereitet. Dabei wird die Probenkennung mit Hilfe eines Barcode-Lesers



CT-Automat zur Serienprüfung

erfasst und die Stichproben werden in kleine Dosen eingefüllt, die auf dem Tablett platziert werden. Während des Prüfvorgangs entnimmt ein kartesischer Roboter im inneren des CT-Scanners nacheinander die Proben vom Tablett und stellt sie für die Aufnahme auf den Drehtisch. Alle Vorbereitungen, die für die Durchführung einer CT-Aufnahme erforderlich sind, führt das System selbstständig durch. Der Nutzer muss nur die Nummer des eingestellten Tablets angeben und den Prüfvorgang starten. Nach etwa drei Stunden ist der Prüfvorgang für alle 60 Proben eines Tablets durchgeführt. Dabei findet zeitgleich zur CT-Aufnahme die Bildanalyse der jeweils vorangegangenen Probe statt, sodass unmittelbar nach Abschluss der letzten CT-Aufnahmen auch die vollständigen Analysenergebnisse für alle Proben vorliegen.

#### Bildanalytische Auswertung

Da nach der CT-Aufnahme ein vollständiges dreidimensionales Volumenbild der Prüfobjekte im Computer vorliegt, können daran mit Hilfe von Bildanalysen verschiedenste Prüfungen und auch quantitative Messungen durchgeführt werden. So ist z. B. bei kritischen Bauteilen die automatische Prüfung auf Defekte wie Poren, Lunker oder Risse möglich. Dabei kann die Prüfung bei kleinen Objekten auch im Gemenge erfolgen, die Bauteile müssen also nicht zuvor vereinzelt werden. Auch für die Materialcharakterisierung ist das System geeignet. So können Po-

ren- oder Korngrößenverteilungen ermittelt werden oder auch die Material- und Dichteverteilung in heterogenen Proben. Und schließlich ist auch bei kleineren Komponenten die Kontrolle der Maßhaltigkeit z. B. von Wandstärken oder Abständen möglich, dies sogar an innen liegenden oder verdeckten Flächen. Bei biologischen Proben oder anderen Proben natürlichen Ursprungs können in kürzester Zeit zahlreiche quantitative Merkmale in großer Zahl ermittelt werden. Zur Qualitätssicherung können bei dem System

Referenzproben eingesetzt werden. Nach Abschluss der Analyse werden die Ergebnisse der Referenzprobe mit den Eintragungen der Qualitätsregelkarte verglichen. Bei starken Abweichungen vom Sollwert wird entweder eine Warnmeldung ausgegeben oder das System wird gestoppt.

#### Fazit

Durch die Verbindung von Automatisierungstechnik und digitaler Bildanalyse mit einem schnellen CT-Scanner entsteht ein leistungsfähiges Prüfgerät, das bis zu 20 Proben je Stunde prüfen kann. Das System eignet sich besonders für Objekte aus biologischem Material, Kunststoff, Keramik oder Leichtmetall. Die geometrische Auflösung kann im Bereich von 200 µm bis hinunter zu 5 µm liegen bei Objektgrößen von etwa einem Liter bis zu einem Kubikzentimeter. Neben der Prüfung auf Defekte ermöglicht das System auch quantitative Messungen von Volumen, Längen oder Dichten. Es eignet sich besonders für Anwendungen bei denen eine große Anzahl gleichartiger Proben regelmäßig geprüft und bewertet werden müssen.

#### Autor

Dr. Felix Porsch, Gruppenleiter 3D-Röntgen-CT

#### Kontakt

Fraunhofer Institut IZFP, Saarbrücken  
Tel.: +49 681 9302 3842  
felix.porsch@izfp.fraunhofer.de  
www.izfp.fraunhofer.de

SMARTSCOPE  
VANTAGE  
300

Technologie  
in  
Höchstform

SmartScope<sup>TM</sup>  
Video- und  
Multisensor  
Messtechnik

Ein Unternehmen von Quality Vision International  
Der größte optische Multisensorkonzern der Welt

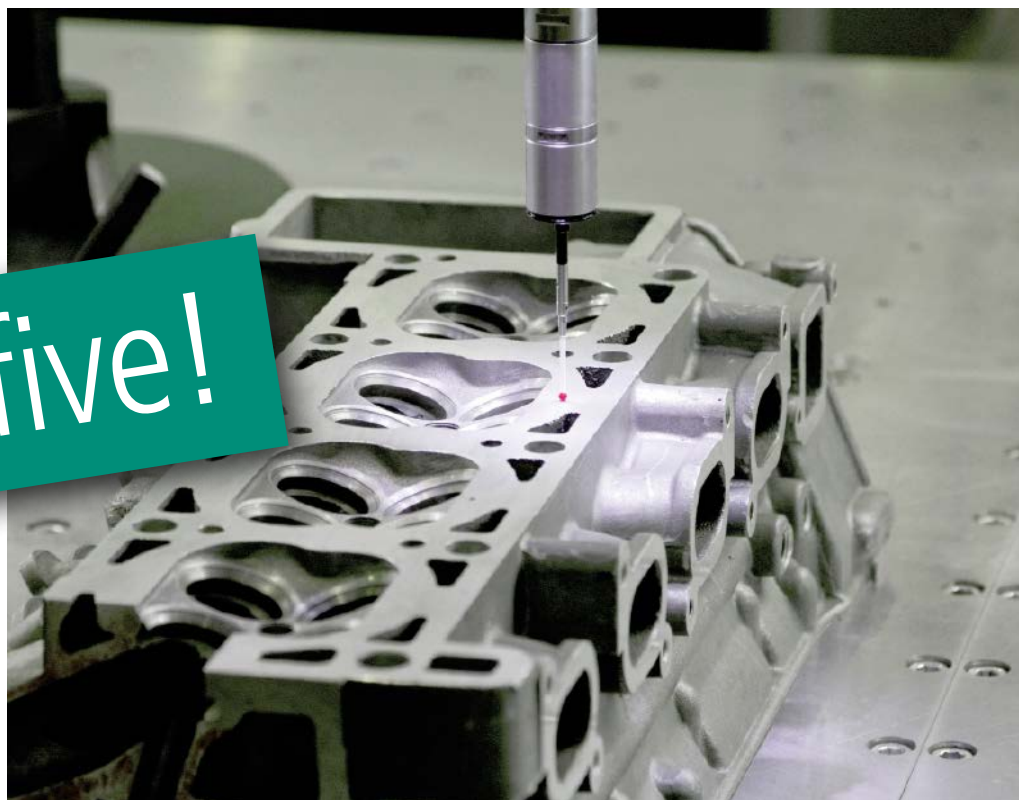
65719 Hofheim-Wallau  
T: 06122/9968-0 • www.ogpgmbh.de

# Give me five!

## Fünf Tipps zur Entlastung von Koordinatenmessgeräten

Koordinatenmessgeräte sind hochpräzise und sehr leistungsfähige Prüfsysteme. Allerdings sind sie auch nicht selten ein Nadelöhr im Qualitätsprüfungsprozess. Und nicht immer ist das CMM das zwingend erforderliche Prüfwerkzeug. Es lohnt sich daher, auch über alternative Prüftaktiken nachzudenken.

In Fertigungsunternehmen bilden Qualitätssicherung und Teileprüfungen eine Grundvoraussetzung für die Abnahme durch den Kunden. Für die Durchführung dieser Kontrollen setzen Produktionsleiter zumeist Koordinatenmessgeräte (CMMs) ein, die zu den am häufigsten verwendeten Messgeräten für die Prüfung und Qualitätssicherung von gefertigten Teilen gehören.



Prüfung einer Gussform mit einem CMM

Allerdings wird der vermeintlich kleine Abstecher vom Fertigungsbereich in das Messlabor schnell zu einem langen und mühsamen Umweg, da das CMM aufgrund der großen Anzahl von Vorgängen häufig überlastet ist. Abgesehen davon, dass es wegen des Programmieraufwandes und der Betriebszeiten kein besonders schnelles Messwerkzeug ist, müssen die oft sehr großen Teile für die Prüfung auch noch durch das CMM bewegt werden.

Diese unvermeidlichen Wege zum CMM und all die daraus resultierenden Verzögerungen erfreuen sich bei den Qualitätsverantwortlichen nachvollziehbarerweise keiner großen Beliebtheit, denn sie behindern diese bei der Ausführung ihrer Arbeit. Für einen Produktionsleiter stellt sich womöglich die Frage, wie sich solche CMM-Engpässe ver-

meiden lassen. Hier bieten sich fünf Taktiken an, die es ermöglichen, ein CMM zu entlasten und den Fertigungsprozess somit zu beschleunigen.

Zunächst ist es jedoch wichtig, sich die besonderen Merkmale von CMMs zu vergegenwärtigen:

- Vorteil: CMMs sind automatisierte, sehr präzise Messinstrumente.
- Einschränkung: CMMs sind stationäre Laborgeräte, was bedeutet, dass das zu messende Teil in das Labor verbracht werden muss. Außerdem gilt für CMMs ein bestimmter, nicht erweiterbarer Messraum. Lösungen zur Entlastung eines CMMs müssen diese Besonderheiten berücksichtigen.

### 1. CMMs nur einsetzen, wenn es unbedingt notwendig ist

Welche Messungen müssen in Anbetracht der oben genannten Merkmale immer mit einem CMM durchgeführt werden und welche könnten gegebenenfalls auf alternative Lösungen umgelagert werden, die zwar weniger präzise, für bestimmte Anwendungen jedoch ausreichend sind?

Es empfiehlt sich, das CMM besonders dann einzusetzen, wenn hochpräzise Messungen gefordert sind, z. B.:

- für abschließende Prüfungen,
- für Berichte zur Einhaltung bestimmter Vorgaben,
- für strittige Fälle.

### 2. Alternative Lösungen suchen

Wurde die Anzahl der Prüfungen, die mit dem CMM durchgeführt werden, schon deut-



Tragbare Messgeräte im Einsatz – direkt im Fertigungsbereich



Prüfung in der Massenproduktion



Prüfung direkt im Fertigungsbereich

lich verringert, ist es sinnvoll, eine Palette an alternativen Messlösungen für die anderen Stufen des Fertigungsprozesses zusammenzustellen:

- **Ersteilprüfung (FAI):** Existiert hierfür eine alternative Lösung, lassen sich zahlreiche Messungen an einer deutlich höheren Anzahl von Teilen durchführen, ohne dabei auf die Kapazität des CMM beschränkt zu sein. Diese ergibt sich aus der Messzeit zuzüglich der Zeit, die für das Verbringen der Teile in das Labor aufgebracht werden muss.
- **Massenproduktion mit systematischer Kontrolle:** Mit einer alternativen Lösung lassen sich gute und schlechte Teile schnell und kostengünstig auseinandertrennen. Nicht eindeutige Fälle können dann immer noch durch das CMM geprüft werden, um alle Zweifel auszuräumen. Allein mit dieser Taktik lässt sich das CMM um fast 80 % der zu messenden Teile entlasten.
- **Massenproduktion mit stichprobenartiger Kontrolle:** Eine alternative Lösung ermöglicht eine bessere Überwachung etwaiger Abweichungen, wodurch erforderliche Anpassungen frühzeitig ermittelt werden können, und sorgt so für eine lückenlose Erkennung zufälliger Fehler. Im Anschluss daran können CMMs eingesetzt werden, um komplexere Fälle zu beurteilen und entsprechende Korrekturmaßnahmen festzulegen.

### 3. Messgeräte verwenden, für die weniger Schulungen erforderlich sind

Da es sich bei einem CMM um ein komplexes Messinstrument handelt, kann es nur von umfassend geschulten und erfahrenen Anwendern bedient werden. Wenn stattdessen auf manchen Stufen bedienungsfreundlichere Werkzeuge eingesetzt werden, muss die Prüfung nicht unbedingt von einem speziell ausgebildeten CMM-Anwender durchgeführt werden.

Ein Messgerät, für das kein einschlägig erfahrener Techniker erforderlich ist und

das sich einfacher bedienen lässt, kann von einer größeren Anzahl von Technikern verwendet werden, wodurch wiederum mehr Messungen vorgenommen werden können. Je mehr Messungen auf alternative Lösungen umgelagert werden können, desto häufiger wird das CMM für abschließende Prüfungen, abschließende Berichterstellung zur Einhaltung bestimmter Vorgaben und strittige Fälle zur Verfügung stehen.

### 4. Prüfungen direkt im Fertigungsbereich

Wie bereits erwähnt, sollten einige Messungen immer mit einem CMM durchgeführt werden. Werden solche Messungen benötigt, muss das CMM zur Verfügung stehen. Indem Messungen, die direkt im Fertigungsbereich erfolgen können, vorgezogen werden, wird die Verfügbarkeit des CMM erhöht.

Wenn ein zu messendes Teil sehr groß ist und nur schwerlich bewegt werden kann, stellt sich die Frage, ob wertvolle Ressourcen dafür investiert werden sollen, es in das Labor zu transportieren. In diesem Fall empfiehlt es sich, stattdessen ein tragbares Messwerkzeug zu verwenden, mit dem die Messung direkt im Fertigungsbereich durchgeführt werden kann.

### 5. Mehr Messungen bei Zwischenschritten

Bei jedem Schritt des Fertigungsprozesses können unterschiedliche Schwierigkeiten auftreten, z. B. Schrumpfungen und Verformungen oder Probleme mit der Stärke der Teile und der Qualität der Werkzeuge. Deshalb kommt das CMM sehr häufig zum Einsatz, wodurch es zu Beginn der Produktion zu zahlreichen Änderungen kommt, die zu einem erheblichen Engpass und einer damit einhergehenden Blockade des Fertigungsprozesses führen.

Indem bereits bei einzelnen Zwischenschritten Prüfungen durchgeführt werden, lässt sich zum einen ein solcher Engpass am CMM vermeiden und zum anderen der Druck verringern, der auf den Anwendern der Qualitätssicherung lastet. Diese können dann umfassendere und besser dokumentierte Prüfberichte erstellen und so die Überprüfung und Genehmigung durch den Kunden vereinfachen und beschleunigen.

Dank tragbarer Messgeräte lassen sich auf jeder einzelnen Stufe des Fertigungsprozesses mehr Messungen durchführen. Tragbare Messgeräte stellen also eine ausgezeichnete Alternativlösung zur Entlastung des CMM und zur Verbesserung der Qualitätssicherung dar. Zu den am häufigsten verwendeten Messgeräten dieser Art gehören Messarme, Laser-Tracker, optische CMMs, 3D-Scanner und die Bildmessung. Mit Hilfe solcher tragbaren Technologien lassen sich zuverlässige und effiziente Messungen direkt im Fertigungsbereich und bei jedem Schritt des Fertigungsprozesses vornehmen.

#### Autorin

Viktoria Lafer, Regional Marketing Manager DACH

#### Kontakt

Ametek GmbH – Division Creaform Deutschland,  
Leinfelden-Echterdingen  
Tel.: +49 711 1856 8030  
germany@creaform3d.com  
www.creaform3d.com

#### Weitere Informationen

32. Coordinate Metrology Society Conference (CMSC)  
25. - 29.06.2016, Nashville, Tennessee, USA

Die einzige Konferenz, die sich mit Entwicklungen und technischen Neuerungen im Bereich Messtechnik und Mobilität befasst.

www.cmssc.org



# Produkte



## Hochtemperaturmessung mit Messkomfort und Sicherheit

Dias stellt neue portable Wärmebildkameras für die Hochtemperaturmessung vor. Bei den neuen portablen Hochtemperaturkameras werden Hochdynamik-Bildsensoren für große durchgängige Messbereiche eingesetzt. Um den Einfluss des Emissionsgrades auf die Temperatur-Messgenauigkeit zu reduzieren, ist die Messung bei möglichst kurzen Wellenlängen wichtig. Wird bei 1.200 °C der Emissionsfaktor am Messgerät um 10% falsch eingestellt, ergibt sich im kurzwelligen Spektralbereich eine Ungenauigkeit von 1,3%. Bei einem Infrarotgerät mit langwelligem Standardspektralbereich würde sich ein viel höherer Messfehler von fast 140 °C (11%) ergeben.

Die Wärmebildkameras mit temperaturbeständigem und schlagfestem Gehäuse ermöglichen durch Ethernet-Anschluss unkompliziertes Übertragen der Daten. So wird nicht nur eine einfache und sichere Bedienung möglich, sondern auch mehr Messkomfort wird geboten. Durch die Verwendung eines Hochdynamik-Si-Arrays wird ein durchgängiger Messbereich von 600 °C bis 1.500 °C oder optional von 1.400 °C bis 3.000 °C realisiert.

[www.dias-infrared.de](http://www.dias-infrared.de)

## Berührungslose Bauteilzähler

Optical Control stellte auf der Control sein neuestes Produkt, die dritte Generation des elektronischen Bauelementezählers OC-Scan CCX.3, vor und war auf dem Gemeinschaftsstand „Optics meets Electronics“ ein Besuchermagnet. Hiermit hat die neueste Version des OC-Scan CCX.3 seine „Feuertaufe“ bestanden und die begeisterte Resonanz zeigt, dass der OC-Scan CCX.3 auf dem richtigen Weg ist, zur Standardausrüstung für die Elektronikfertigung zu werden. Die Veränderungen des CCX.3 gegenüber den ersten beiden Versionen betreffen hauptsächlich die

Hard Skills. Software, Zählalgorithmen, Bedienoberflächen etc. sind gemeinsam mit den Anforderungen und Erfahrungen der Kunden bearbeitet und weiterentwickelt worden. Das heißt, drei Jahre Markterfahrung und reeller Einsatz in der Elektronikfertigung führen zu einer kundenoptimierten Maschine. So wurde die Bauteilbibliothek erheblich erweitert, der automatische Anlernmodus noch mehr vereinfacht und die Integration in ein vollautomatisches Lagersystem vorbereitet.

[www.optical-control.de](http://www.optical-control.de)

## Projektions- und Messlaser und Laserprojektor

Z-Laser hat den Projektions- und Messlaser Z3D/ZLP-Control sowie den Laserprojektor ZLP vorgestellt. Beide Laser finden bei der Verarbeitung von Composite-Materialien Anwendung, wie auch bei der Justage von Bauteilen sowie der Kontrolle der Ausrichtung und Oberflächen. Eingesetzt werden sie in den Industriezweigen der Luft- und Raumfahrt, der Stahl- und Metallverarbeitung und weiteren Branchen. Neben den Laserprojektoren der Serie ZLP wurden auch eine Anwendungsmöglichkeit des Bildverarbeitungslasers ZM18S3 (rot), ZM18H3 (blau), Z-Fiber sowie die neue OEM-Produktlinie ZX vorgestellt. Diese wird automatisiert hergestellt, wodurch eine konstante Qualität und eine optimale Justierung aller Optikkomponenten sicherge-



stellt werden kann. Auch werden aufgrund der geschweißten Edelstahlverbindung der Wärmeabtransport der Diode und die Langzeitstabilität maßgeblich gesteigert.

[www.z-laser.de](http://www.z-laser.de)

## Hochauflösender Scan-Arm für Reverse Engineering

Faro gibt die Einführung des Design Scan-Arm bekannt. Diese portable 3D-Scanlösung ist speziell für 3D-Modellierung, Reverse Engineering und CAD-gestützte Designanwendungen für den gesamten Product Lifecycle Management (PLM)-Prozess konzipiert. Im Rahmen eines begrenzten Aktionsangebots wird der Design ScanArm zusammen mit der Software Geomagic von 3D Systems zu einem besonderen Einführungspreis erhältlich sein. Die verfügbaren Software-Optionen umfassen Funktionen von automatischer Vernetzungssoftware, die ohne Postprocessing sofort verwendungsfähige Dateien liefert, bis hin zu umfassender Reverse-Engineering-Software, die verlaufgestütztes CAD mit 3D-Scandaten kombiniert. Damit lassen sich merkmalsbasierte bearbeitbare Modelle erstellen, die mit allen wichtigen CAD-Plattformen kompatibel sind.

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



# 1<sup>st</sup> European Machine Vision Forum



September 8/9, 2016  
Heidelberg University, Germany

## Focal Topic:

Image Processing Algorithms –  
from low level to deep learning

Machine vision industry meets academic  
research

Invited talks by top academic researchers

Plenty of time for networking, poster  
discussions and software demos

Learn about newest research results and  
challenging applications

Submit your poster and/or software demo



More information at  
[www.emva-forum.org](http://www.emva-forum.org)

## Produktlinie verbessert für Elektronik-Anwendungen

Micro3Dslices ist eine Lamino-graphie-Lösung für Elektronika-kapplikationen. Damit werden für die Prüfung eines komplexen Bauteils oder einer Komponente mit Micro3D-slices inklusive der automati-schen Analyse der Schicht-für-Schicht-Bilder jetzt weniger als 40 Sekunden benötigt. Durch die virtuelle Rotationsachse kann der ROI (Region of Interest) an jedem beliebigen Punkt auf der großen Inspektionsfläche gesetzt und Micro3Dslices direkt gestar-tet werden. Die Prüfergebnisse sind konstant von höchster Genauigkeit und Qualität. Auch Semicon- und Wafer-Inspektio-nen profitieren in hohem Maße: Im Rahmen der Mapping-Techno-logie werden genaue Fehler-markierungen gesetzt und damit



die einfache Aussortierung der fehlerhaften Teile unterstützt, eine weitere Hauptanforderung des anspruchsvollen Marktes.

Diese neue Technologie be-deutet auch für alle Arten von 2D-Bildverarbeitung einen Riesenschritt nach vorn und liefert Präzision und Wiederholbarkeit für sämtliche Prüfroutinen und Analysen im Bereich der Elektro-nik, inklusive QFN-Inspektionen.

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

## Radiometrische Wärmebildkamera

InfraTec hat die neue ImagerR 10300 vorgestellt. Das Spitzenmodell der High-End-Serie verfügt als weltweit erste radiometrisch kalibrierbare Wärmebildkamera für Industrie und Wis-senschaft über einen gekühlten Detektor mit (1.920 x 1.536) IR-Pixeln. Im Vergleich zur ImagerR 9300, dem Schwestermodell mit dem kleineren SX-GA-Detektor, ist der Pixel-Pitch bei konstanter aktiver Detektorfläche auf 10 µm gesunken. Mit dieser konsequenten Weiterentwicklung der am Stammsitz in Dresden gefertigten Kameraserie stößt InfraTec die Tür auf zu Thermogrammen in bisher unbekannter Bildqualität. Gleichzeitig bedeutet die geometrische



Auflösung von rund 3 Mega-Pixeln einen merklichen Gewinn an Effizienz, z.B. bei der Prüfung äußerst kleiner Strukturen auf großflächigen Messobjekten. Das große Form

at ist der eine Vorteil des neuen InSb-Focal-Plane-Array. Der andere liegt in der hervorragenden Temperaturauflösung, die durch die Nutzung weit öffnender Aperturen entsteht. Damit eignet sich die Kamera für anspruchsvolle Mess- und Prüfaufgaben aus Industrie, Forschung und Entwicklung. Anwender aus diesem Bereich profitieren zudem von der 10 GigE-Schnittstelle.

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

## Einstiegslösung zum hochgenauen 3D-Digitalisieren

Aicon 3D Systems liefert mit der neuen Scanner Linie Primescan eine Einstiegslösung zum hochgenauen 3D Digitalisieren industrieller Komponenten. Der Primescan ist eine völlig neue Entwicklung. Mit der Optocac Software nutzt er aber die gleiche Algorithmik zur schnellen Erzeugung hochgenauer Punktwolken in höchster Datenqualität wie die High-End Scanner Linien

StereoScan und Smartscan. Durch die kompakte Bauweise, die Grundfläche entspricht etwa einem DIN A4 Blatt bei einem Gewicht von nur 3 kg, und den geringen Arbeitsabstand eignet sich der Primescan als Desktop-Lösung und für Anwendungen in beengten räumlichen Verhältnissen im industriellen Umfeld. Messfelder sind in den Größen von 50 bis 1.000 mm verfügbar.

## Neue Instrumente für die Oberflächenmetrologie

Sensofar Metrology präsentiert zwei neue Metrologiesysteme: S Lynx – ein vielfältig einsetzbares, hochauflösendes, kontaktloses 3D-Oberflächenprofilometer, und S Onix – ein ultra-kompakter 3D-Oberflächensensor, der speziell für die präzise In-line-Prozessmessung und In-line-Prozesskontrolle in Hochgeschwindigkeit entwickelt wurde. Das Design beider Instrumente ist perfekt auf eine schnelle, berührungslose Vermessung der 3D-Mikro- und Nanogeometrie technischer Oberflächen ausgerichtet – einschließlich Rauheit, Textur und Strukturierung sowie Dicke.

Das neue S Lynx basiert auf einer mehr als 14-jährigen Erfahrung in der Entwicklung optischer Messtechniksysteme sowohl für den Bereich F&E als auch für die Industrie und konzentriert die Leistungsstärke eines High-End 3D-Oberflächenprofilometers innerhalb einer verkleinerten Plattform. S Lynx



setzt auf den 3-in-1-Lösungsansatz von Sensofar, indem es Konfokalmikroskopie, Interferometrie und Fokus-Variation in einem Sensorkopf vereint und somit eine besonders große Flexibilität bei der Erfassung von Oberflächentexturen und -strukturen unterschiedlicher Rauheit und Welligkeit in diversen Maßstäben – mit einer Auflösung von bis zu 0,1 nm.

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

## Design- und Leistungserweiterungen für Laserscanner

Creaform hat seinen neuen 3D-Scanner zur Anwendung im Fertigungsbereich vorgestellt – den Metrascan 3D. Der Scanner kommt den steigenden Qualitätsstandards im Fertigungsprozess nach und liefert nun nach seiner Überarbeitung die bestmögliche Kombination aus Präzision, Geschwindigkeit und Flexibilität für die Anforderungen von 3D-Scanprozessen im Fertigungsbereich. Zusätzlich ist der Metrascan 3D intuitiv und benutzerfreundlich zu bedienen und kann von Benutzern mit unterschiedlichem Erfahrungsniveau schnell erlernt und leicht bedient werden.

Dank der Truaccuracy-Technologie liefert der optische Datenerfassungsvorgang des Metrascan 3D eine für kleine bis große



Teile sowie für Baugruppen geeignete Messgenauigkeit, die unempfindlich gegenüber den Instabilitäten der Umgebung ist.

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

Jede Bauteilgröße kann somit ideal abgebildet werden. Je nach benötigter Auflösung am Objekt und gewünschter Genauigkeit stehen Kameraauflösungen von zwei, fünf oder acht Megapixel zur Verfügung.

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



# Eine Maschine für alles

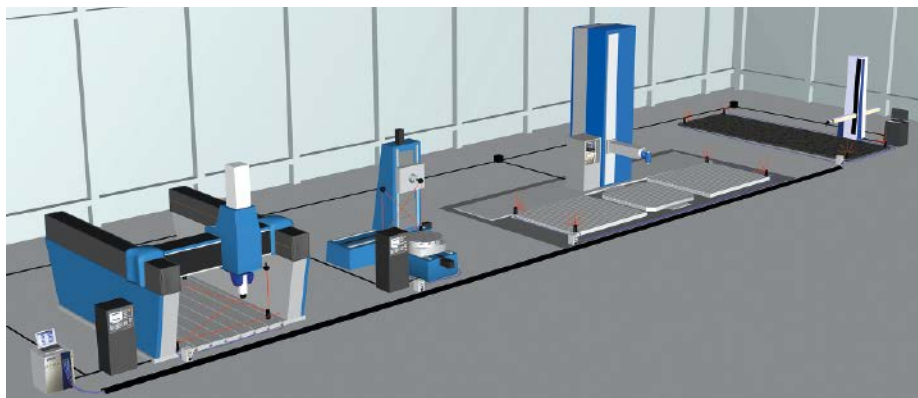
Sich selbst korrigierende Werkzeugmaschinen, die nicht nur Bauteile fertigen, sondern die Teile auch gleich auf ihre Maßhaltigkeit überprüfen – mit einer neuen Technologie wird die Vision der selbstregelnden Produktion nun Wirklichkeit.

Bei der Absolute Multiline Technologie von Etalon handelt es sich um ein neues Messverfahren zur regelmäßigen geometrischen Überwachung von Werkzeugmaschinen mit Hilfe hochpräziser Längenmessungen: Ein absolut messendes Interferometer mit sub-Mikrometer Auflösung und außergewöhnlich guter messtechnischer Rückführbarkeit dient als messtechnisches Herz der Fabrik. Über ein Glasfasernetzwerk, das in einer großen Fabrik weit über 100 Messkanäle umfassen kann, wird die zentrale Einheit mit beliebig vielen Maschinen verbunden.

Die Messkanäle mit miniaturisierter Optik sind entlang der Achsen sowie der Raum- und Flächendiagonalen der Maschinen ausgerichtet. Standort und Größe der Maschinen sind dabei irrelevant – realisiert wurden bereits Installationen an Bearbeitungszentren mit Achslängen von bis zu 12 m. Der maximale Messbereich beträgt 40 m. Eine mehrere Kilometer lange Verlegung von Glasfasern ist dabei machbar.

## Geometrische Genauigkeit

Integriert in eine große Werkzeugmaschine kann die neue Technologie kontinuierlich die Kalibrierung der Maschine überwachen und bei Bedarf Kompensationsmaßnahmen einleiten, um die Maßhaltigkeit der Bauteile sicherzustellen. Die normgerechte geometrische



Beispiel eines metrologischen Netzwerks, wie es von Etalon bereits umgesetzt wurde: Ein Absolute Multiline System (unten links im Bild) ist fest mit mehreren Werkzeugmaschinen und Koordinatenmessgeräten verbunden. So kann das System kontinuierlich die geometrische Genauigkeit aller Maschinen überwachen und bei Bedarf Kompensationsmaßnahmen einleiten.

rische Überprüfung der Werkzeugmaschine erfolgt durch Einwechseln eines Reflektors aus dem Werkzeugmagazin. Die Messunsicherheit (95 %) beträgt dabei 0,5 µm/m. Beim Geometrie-Check, der auf Knopfdruck des Bedieners automatisch erfolgt und rund 20 Minuten in Anspruch nimmt, fährt die Maschine die fest installierten Messlinien selbsttätig ab und ermittelt ihre Abweichungen im Raum.

Anders als bei konventionellen Interferometern kann der Messstrahl, ein augensicherer Infrarotstrahl, jederzeit ohne Genauigkeitsverlust unterbrochen werden. Innerhalb von Bruchteilen einer Sekunde wird die absolute Entfernung wieder bestimmt.

Auf diese Weise ist eine größtmögliche geometrische Genauigkeit der Maschinen bei der Bearbeitung im gesamten Volumen

sichergestellt. Thermische Einflüsse, Verschleiß oder Veränderungen nach Kollisionen können sicher erkannt und wenn nötig kompensiert werden. Die geometrische Kompensation der Werkzeugmaschine erfolgt vollautomatisch durch Vergleich der Maschinenkoordinaten mit den durch das Interferometer gemessenen Längen.

## Rückführbarkeit

Die metrologische Rückführbarkeit der Absolute Multiline Technologie ist durch die Rückführung auf eine physikalische Grundkonstante gesichert: Bei jeder Messung wird das molekulare Absorptionsspektrum einer Gaszelle abgetastet, das über Jahrzehnte hinweg stabil ist und so das System bei jeder Messung automatisch neu kalibriert.

[www.etalon-ag.com](http://www.etalon-ag.com)

## ENTDECKEN SIE DEN PERFEKTEN MESSARM. IHREN.

Frei von jeglichen Einrichtungsschwächen, bieten die **tragbaren CMM-Scanner MetraSCAN 3D™** höchste Messgenauigkeit in Fertigungsumgebungen.



reddot award 2016  
best of the best



**NEU**

- **1,5x** genauer
- **12x** schneller mit 7 Laser-Fadenkreuzen
- **25 %** leichter
- Ist sogar für **schwarze, mehrfarbige** und **glänzende** Oberflächen geeignet

Besuchen Sie uns auf der **AUTOMATICA**  
**Halle A4 Stand 111**

**CREAFORM**

+49 711 1856 8030 | [www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com)

**AMETEK**  
ULTRA PRECISION TECHNOLOGIES

inspect award  
2017

# Nominees Kategorie Control

„And the nominees are...“ – die Jury hat nur eine Vorauswahl getroffen. Jetzt kommt es auf Ihre Stimme an. Entscheiden Sie, liebe Leser, welche herausragenden Neuheiten im November auf der Vision in Stuttgart mit dem inspect award ausgezeichnet werden sollen. Auf dieser und der nächsten Seite stellen wir Ihnen 10 innovative Produkte aus der optischen Messtechnik vor – unsere Nominees in der Kategorie Control. Die Kandidaten für den inspect award in den Kategorien Vision und Automation finden Sie auf den Seiten 32/33 bzw. 42/43 in diesem Heft.

## Jetzt abstimmen und gewinnen!

Auf [www.inspect-award.de](http://www.inspect-award.de) können Sie jetzt bis zum 30. September 2016 online abstimmen und haben eine Stimme pro Kategorie. Mit der Abstimmung nehmen Sie automatisch an der Verlosung einer hochwertigen Spiegelreflexkamera teil. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.



Abbildung  
ähnlich



### Tragbare optische CMM-Lösung

Das tragbare optische CMM HandyProbe Next und der eigenständige CMM-Scanner MetraScan 3D mit erweiterbarem Messvolumen, hoher Geschwindigkeit und beeindruckenden Datenerfassungsfähigkeiten präsentieren sich als umfassende 3D-Lösung von Creafom für extrem genaue Messungen. Das System wurde speziell für die Verwendung im Fertigungsbereich entwickelt und bietet eine große Flexibilität und praktische Alternative zu herkömmlichen tragbaren CMMs. Beide Systeme sind mit dem optischen Tracker C-Track ausgestattet.

→ Ametek, Division Creafom –  
[www.creaform3d.com](http://www.creaform3d.com)

### High-speed Line-Scan Sensor für Spektroskopie-Anwendungen

Orion ist ein digitaler High-speed Line-Scan Sensor mit konfigurierbarer, Etalon-freier Photodiode, deren Größe sich über SPI auf 10 x 10 µm oder 10 x 200 µm konfigurieren lässt. Unabhängig von der Photodiode kann die Wandlerkapazität über das SPI-Interface konfiguriert werden. Größere Wandlerkapazität resultiert in einer Full-Well Kapazität von 300 ke- und außergewöhnlich hohem SNR. Kleinere Wandlerkapazität resultiert in einer Full-Well Kapazität von 30 ke- und sehr hoher Empfindlichkeit, ideal für High-Speed Scanning Applikationen.

→ CMOSIS/Awaiba – [www.awaiba.com](http://www.awaiba.com)



### MWIR Hochgeschwindigkeits- Infrarotkamera

Die Flir X6900sc kann kameraintern bis zu 26 Sekunden lang Daten bildverlustfrei mit einer Aufnahmezeit von 1.000 Bildern pro Sekunde im Vollbildformat von 640 x 512 Pixeln im internen RAM und nachgelagert auf einer austauschbaren SSD-Festplatte aufzeichnen. Außerdem unterstützt sie simultanes digitales Datenstreaming über GigE Vision, Camera Link und CoaXPress. Dadurch bietet sie eine perfekte Mischung aus neuesten High-Speed-Kamerafunktionen und herausragender Wärmebildtechnik. Außerdem verfügt sie über ein automatisches Filtersystem.

→ Flir Systems – [www.flir.com](http://www.flir.com)

### Profil- und Flächen-Scanner in einem Gerät

Der APS3D 4.0 kombiniert Stereometrie und Triangulation mit verschiedenen Beleuchtungsmustern und erlaubt eine Stromversorgung sowie den Transfer von Daten völlig ohne Kabel. Über „on-board“-Rechenleistung wertet der Sensor Messdaten aus und stellt sie in einer Cloud oder einem Firmennetzwerk bzw. einer SQL-Datenbank – auch im STL-Format – zur Verfügung. Durch phasenschiebende Beleuchtung erlaubt der APS präzise 3D Scans, während eine Beleuchtung mit Zufallsmuster den Scan bei bewegtem Objekt ermöglicht.

→ Isra Vision – [www.isravision.com](http://www.isravision.com)







### Flexible Mikroskope für vielfältige Anforderungen

Olympus präsentiert seine aufrechten Mikroskope der neuen BX3M-Serie: leistungsstarke und dabei doch intuitiv und bequem zu handhabende Systeme, die sich je nach aktuellen Aufgaben, späteren Herausforderungen und Budget anpassen lassen – und die über zahlreiche Neuerungen verfügen. So können Anwender erstmals mehrere Kontrastverfahren gleichzeitig nutzen und beispielsweise unterschiedliche Materialien in einer Aufnahme darstellen. Hinzu kommen fortschrittliche Beleuchtungsmodi für tiefgründige und effiziente Analysen.

→ Olympus – [www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)

### Weißlicht-Interferometer mit Multisensor-Konzept

Das TopMap Pro.Surf von Polytec ist ein Weißlicht-Interferometer, das speziell zum Messen großer Flächen konzipiert wurde. Das einzelne Messvolumen (ohne Stitching) von 30 x 40 x 70 mm<sup>3</sup> besteht durch seine vertikale Auflösung im Nanometer-Bereich bei gleichzeitig hoher lateraler Auflösung. Für Anwendungsfälle, in denen es auf eine noch höhere laterale Auflösung ankommt (z. B. eine zusätzliche Rauheitsmessung), steht nun das Multisensor-Konzept mit integrierter chromatisch-konfokaler Messtechnik zur Verfügung.

→ Polytec – [www.polytec.de](http://www.polytec.de)



### Multisensorik kombiniert Bildverarbeitungssensor und Taster

Die ScopeCheck Gerätereihe erlaubt optimales Messen mit jedem Sensor. Durch das 2-Pinolen-Konzept und die Werth Multisensor-Schnittstelle ist kollisionsfreies Messen mit Multisensorik jetzt auch fertigungsnah möglich. Dem Anwender stehen praktisch zwei Koordinatenmessgeräte in einem zur Verfügung, eines mit Bildverarbeitung und ein weiteres mit Taster. Zusätzlich bietet sich die Kombination aus optischer und taktiler Messung. Ein wesentlicher Vorteil im Vergleich zum Vorgängermodell liegt im „kombinierten“ Messbereich von mindestens 400 x 500 x 350 mm<sup>3</sup>.

→ Werth Messtechnik – [www.werth.de](http://www.werth.de)



### LWIR-Kamera mit IP67 liefert linearisierte Temperaturbilder

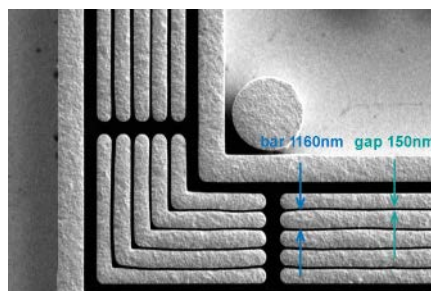
Die Serval Thermography von Xenics ist ein Meilenstein im Bereich industrieller Thermographie-Kameras. Entscheidend sind die IP67 Gehäuseausführung und die neue Methode der linearisierten Temperaturbildausgabe. Bis dato musste die erfasste, nichtlineare IR-Strahlung über externe Bibliotheken und Kalibrierdaten in Temperaturmesswerte auf einem System/PC umgewandelt werden. Die Serval bietet jedoch den „Temperaturbildmodus“, wobei alle Pixel über das GigE-Vision-Protokoll als linearisierte Temperaturwerte ausgegeben werden.

→ Xenics – [www.xenics.com](http://www.xenics.com)

### CT-Systeme bieten Detailerkennbarkeit unter 150 nm

Mit dem neuen Release der Computertomographiesysteme FF20 CT und FF35 CT erreicht Yxlon dank einer brandneuen 190kV-Nanofokusröhre bei 2D-Anwendungen eine bisher unerreichte Detailerkennbarkeit von  $\leq 150$  nm auch bei hohen Energien. Neue CT-Algorithmen bieten eine optimale Ortsauflösung und sorgen für höchste Präzision und Zeiteffizienz bei einer großen Bandbreite von CT-Anwendungen. Mit dem neuen Release liefern die Systeme beste Prüfergebnisse in der zerstörungsfreien Materialprüfung und für anspruchsvolle Metrologie-Anwendungen.

→ Yxlon – [www.yxlon.com](http://www.yxlon.com)



### Licht drehbar gemacht – chromatischer Weißlichtsensor

Zeiss bringt den ersten chromatischen Weißlichtsensor an einem Dreh-Schwenk-Gelenk auf den Markt. Durch die Drehbarkeit des DotScan können Unternehmen ihre Bauteile jetzt erstmals in einem Messdurchgang von allen Seiten scannen. Neben der Zeiteinsparung lassen sich so auch potentiell mehr Bauteile messen. Denn durch das bisher notwendige händische Drehen der Werkstücke wurde nicht selten der vorgegebene Messbereich des Sensors überschritten. Eingesetzt werden kann der Sensor derzeit auf der Zeiss Accura, einem Multisensormessgerät.

→ Carl Zeiss IMT – [www.zeiss.com/imt](http://www.zeiss.com/imt)

# Gesichtserkennung und Head-Tracking in eingebetteten Systemen

Personalisierung und blickbasierte Benutzerschnittstellen

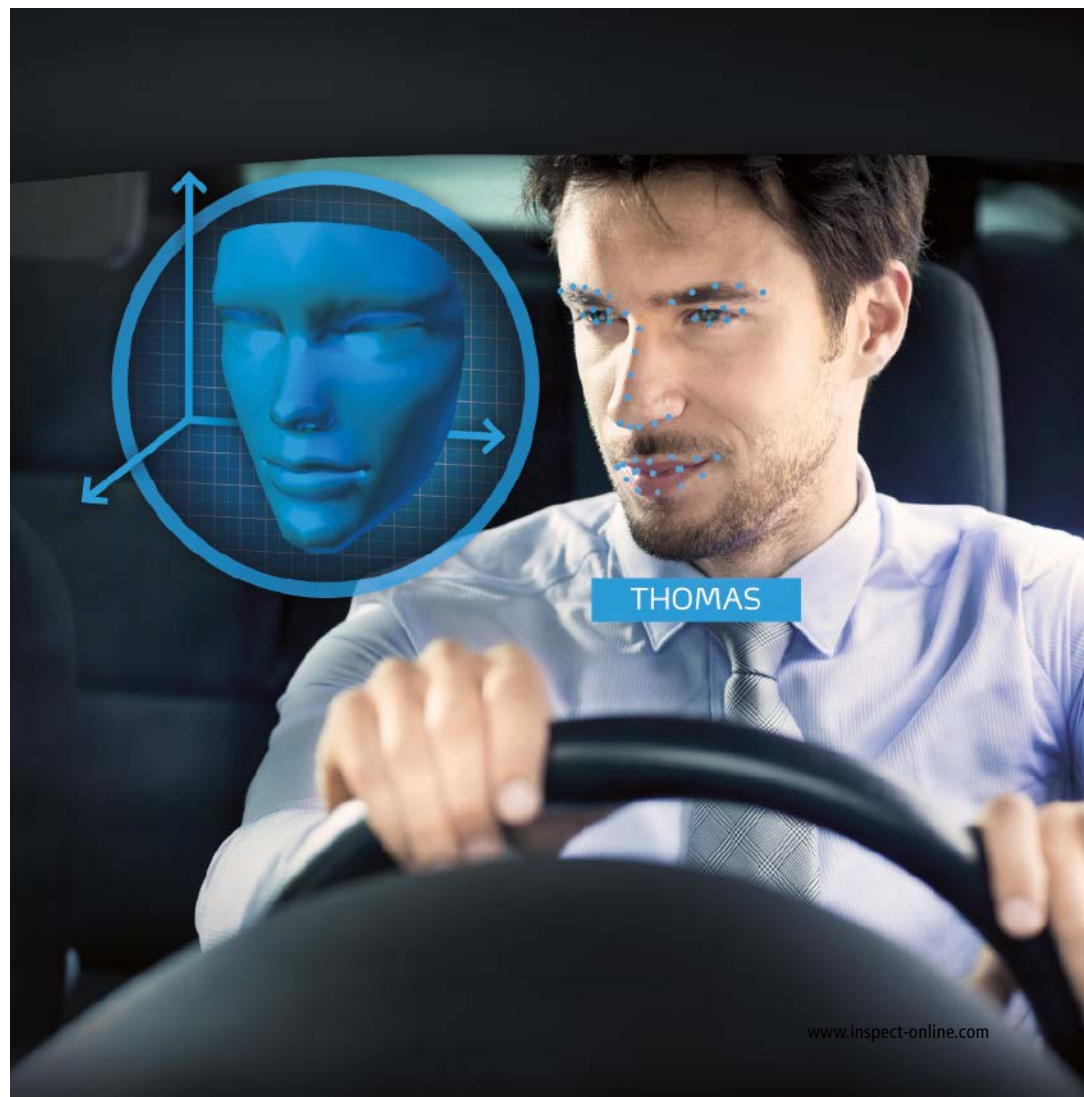
Deep Learning und neue, effiziente Algorithmen ermöglichen es, Head-Tracking und Gesichtserkennung in eingebetteten Systemen zu realisieren. Für Fahrzeuge, Fernseher und viele andere Geräte eröffnet dies neue Möglichkeiten der Realisierung personalisierter Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auf Identität und Blickrichtung des Nutzers reagieren können.

**N**euronale Netze und neue Techniken des Deep Learning haben in den letzten Jahren die Performanz von Gesichtserkennungssystemen sprunghaft vorangetrieben. Sie können heute Personen mit menschlicher Erkennungsgenauigkeit anhand ihres Gesichtes identifizieren. Mit Hilfe der Koprozessoren für Vektorarithmetik, über die moderne mobile Prozessoren verfügen, lassen sie sich effizient auf eingebetteten Systemen

implementieren. In Verbindung mit neuen Algorithmen für die robuste Bestimmung der Blickrichtung ist es nun möglich, Blickpunktbestimmung und Gesichtserkennung in mobile Geräte einzubetten.

## Anwendungsfälle

Im automobilen Umfeld bietet die Gesichtserkennung bei einer Reihe unterschiedlicher Anwendungsfälle Vorteile. So kann die Identifikation des Fahrers mit perso-



THOMAS

nalisierten Funktionen verknüpft werden; Infotainment-Präferenzen sowie die Einstellungen von Spiegel und Fahrersitz lassen sich an einen erkannten Fahrer anpassen. Auch der Zugang zu persönlichen Daten im Navigationssystem lässt sich mit einem Fahrer verknüpfen. Gesichtsidentifikation kann darüber hinaus zur Diebstahlsicherung, insbesondere bei Liefer- und Nutzfahrzeugen eingesetzt werden.

Heute erkennen Assistenzsysteme im Fahrzeug die verminderte Aufmerksamkeit eines Fahrers indem sie die seitlichen Fahrzeugbeschleunigungen und das Lenkverhalten überwachen. Wenn teilautonome Fahrfunktionen es Autofahrern erlauben, während einer Autobahnfahrt die Hände vom Lenkrad zu nehmen, muss der Aufmerksamkeitsassistent auf andere Eingabedaten zurückgreifen. Die Blickrichtung und der Zustand der Augenlider, die von Kameras im Innern des Fahrzeugs erfasst werden können, stehen am deutlichsten in direktem Zusammenhang mit der Aufmerksamkeit des Fahrers.

Head-Tracking kann zu größerer Sicherheit im Straßenverkehr beitragen und die Versicherungskosten kommerzieller Fahrzeugflotten verringern. Heute können Telematiksysteme, die Fahrern Logistikkinformationen liefern, auch gleichzeitig Statistiken zur Geschwindigkeit und Beschleunigung an die Flottenbetreiber übermitteln. Flotten-Manager können diese Informationen verwenden, um Mitarbeiter zu einer sicheren und wirtschaftlichen Fahrweise anzuhalten.

Eine weitere Perspektive der Blickrichtungserkennung liegt in der Verknüpfung mit Gestensteuerung. Head-Tracking kann hier die Information liefern, auf welchen Gegenstand sich eine Geste bezieht. So kann mit einer Wischgeste genau das Fenster geöffnet oder geschlossen werden, das der Fahrer gerade ansieht. Dieselbe Geste kann womöglich verwendet werden, um durch ein Menü zu blättern, wenn der Fahrer auf den Bildschirm des Infotainment-Systems blickt.

Außerhalb von Fahrzeugen lässt sich die Nutzung vieler Geräte im Haushalt mit Hilfe von Gesichtsidentifikation personalisieren. Fernseher können beispielsweise ihre Programmempfehlungen auf die erkannten Familienmitglieder abstimmen, die gemeinsam vor dem Gerät sitzen.

### Head-Tracking und Bestimmung der Blickrichtung

Menschen bewegen bei einer Änderung ihrer Blickrichtung den Kopf. Bewegungen der Augen dienen in erster Linie dazu, den frontalen Blickbereich mit der hochauflösenden Fovea abzutasten. Auf der Grundlage der Kopforientierung lässt sich die ungefähre Blickrichtung robust und über einen großen Winkelbereich hinweg bestimmen.

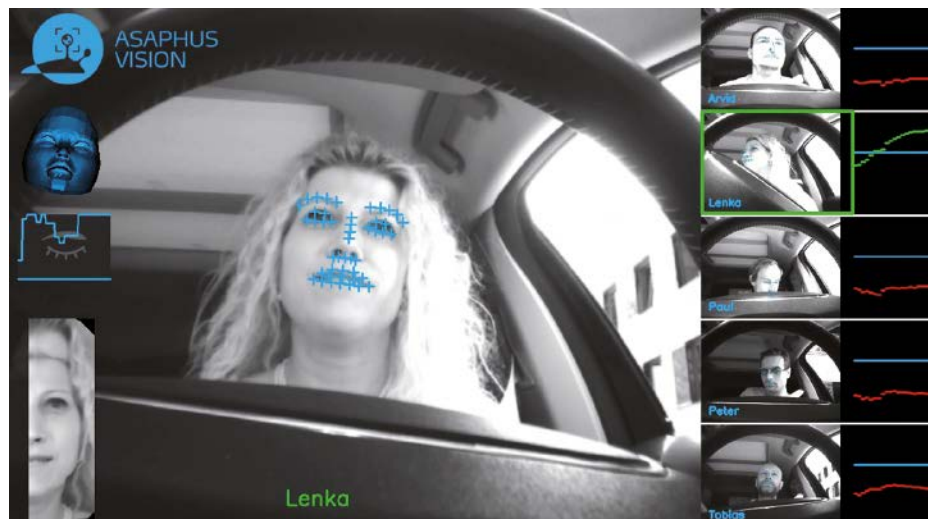


Abb. 1: Head-Tracking, Identifikation des Fahrers und Erfassen der Augenlider

„Weil Menschen bei der Änderung ihrer Blickrichtung den Kopf erheblich bewegen, gestattet die räumliche Ausrichtung des Kopfes eine Näherung der Blickrichtung.“

Eye-Tracking-Systeme erfassen zusätzlich die genaue Orientierung der Augen anhand der Reflexionen von Infrarotlicht auf der Retina und der Hornhaut des Auges und bieten so eine noch höhere Genauigkeit – allerdings nur unter Idealbedingungen. Bei hellem Tageslicht, wenn der Betrachter nicht frontal in die Kamera blickt oder eine Brille trägt oder wenn der Augenbereich nicht ausreichend hoch aufgelöst ist, dann lassen sich die Reflexionen nicht erkennen.

Um die Orientierung des Kopfes zu bestimmen, werden zunächst etwa 50 Bezugspunkte im Gesicht mit einem so genannten Shape-Regression-Verfahren lokalisiert. Diese Bezugspunkte liegen in der Regel auf den oberen und unteren Augenlidern, entlang des Nasenrückens und auf Ober- und Unterlippe (Abb. 1). Shape-Regression beginnt mit initial angenommenen Positionen der Bezugspunkte, extrahiert Bildmerkmale um diese Positionen herum und wendet ein Vorhersagemodell an, das die angenommenen Positionen anhand dieser Bildmerkmale in Richtung der tatsächlichen Positionen verschiebt. Nach einigen Iterationen werden so die tatsächlichen Positionen bestimmt. In nachfolgenden Video-Frames werden die für den letzten Frame bestimmten Positionen als Initialpositionen der Shape-Regression verwendet.

Das Vorhersagemodell für die Verschiebung der Positionen wird anhand von Bild-

daten trainiert, in denen die Bezugspositionen manuell gekennzeichnet wurden. Die Herausforderung bei der Realisierung dieses Ansatzes für mobile Systeme besteht darin, Extraktion von Bilddaten und Anwendung des Vorhersagemodells extrem effizient und unter Ausnutzung von Vektor-Koprozessoren zu implementieren.

Ein neues Shape-Regression-Verfahren, das Ensembles von Entscheidungsbaumen verwendet und in jedem Entscheidungsbaumknoten nur die Grauwerte zweier Pixel vergleicht, verkürzt die Ausführungsdauer gegenüber dem vorherigen Stand der Technik um eine Größenordnung. Der Vorteil dieses Ansatzes besteht darin, dass zur Verarbeitung jedes Videobildes nur diejenigen Bildmerkmale berechnet werden müssen, die in einem einzigen Zweig eines jeden Entscheidungsbaums geprüft werden. In dieser Hinsicht erinnert dieser Ansatz an die Viola-Jones-Methode zur Gesichtsdetektion. Die Entscheidungsbaume werden dann in einem globalen Regressionsmodell kombiniert, das den endgültigen Verschiebungsvektor für alle Bezugspunkte vorhersagt.

Wir haben die Shape-Regression um ein Modell teilweiser Verdeckung erweitert (s. Abb. 2). Ein Modell für die Verdeckung ermittelt, welche Bezugspunkte in einem Bild sichtbar sind und gibt nicht verdeckten Bildmerkmalen ein höheres Gewicht bei der Bestimmung des Verschiebungsvektors.

Nachdem die Bezugspunkte lokalisiert sind, können Position und Orientierung des Kopfes im Raum und damit die Blickrichtung mit Hilfe eines dreidimensionalen Kopfmodells bestimmt werden. Anhand der Konturen der oberen und unteren Augenlider lässt sich bestimmen, wie weit die Augen geöffnet sind.

Unsere Implementierung kann auf einem ARM-A9-Prozessor Gesichter mit einer Frame-Rate von 50 Hertz verfolgen; damit

Fortsetzung auf S. 68

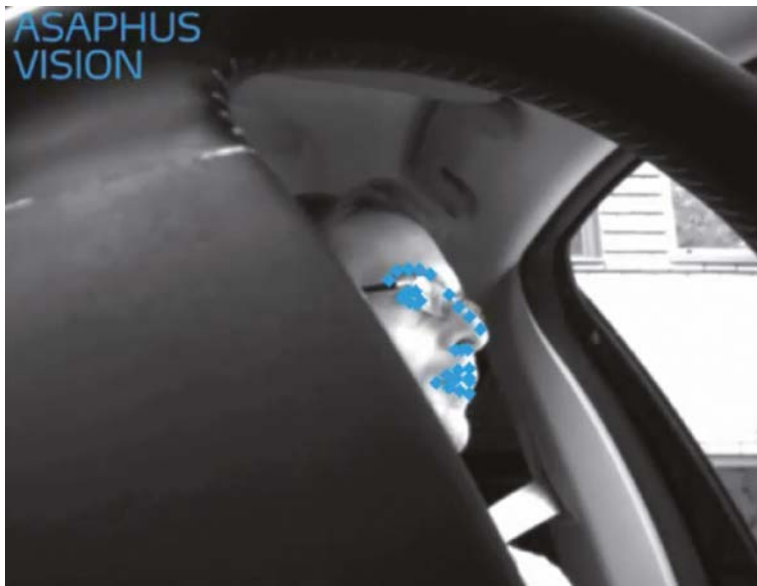


Abb. 2: Shape-Regression mit Bildverarbeitung bei teilweiser Verdeckung

können auch Blinzeln und schnelle Kopfbewegungen verfolgt werden.

### Deep Learning und Gesichtserkennung

Mit Hilfe eines dreidimensionalen Kopfmodells ist es auch möglich, Rückschlüsse auf die Frontalperspektive des Gesichts zu ziehen. Aus einem Halbprofilbild kann etwas mehr als die Hälfte der Frontalansicht eines Gesichts rekonstruiert werden. Der von der Kamera abgewandte Teil des Gesichts kann nur unter Symmetrieannahmen rekonstruiert werden.

In den letzten Jahren hat sich die Genauigkeit, mit der Gesichtserkennungsverfahren Personen identifizieren können dramatisch gesteigert (Abb. 3). Die Ursache ist die Entwicklung von Deep-Learning-Techniken, die das Training neuronaler Netze mit mehreren hundert Millionen Parametern auf mehreren hundert Millionen Trainingsdaten ermöglichen. Ein einzelnes Neuron gewichtet und summiert einen Vektor von Eingangssignalen und wendet anschließend eine nichtlineare Aktivierungsfunktion auf die Summe an. Neuronen können in tiefen Architekturen von mehreren hundert Ebenen mit jeweils mehreren tausend Neuronen angeordnet sein.

Für die Gesichtserkennung kommen konvolutionale neuronale Netze zum Einsatz. Bänke von Neuronen wenden Filteroperationen auf alle Bereiche des Bildes an. Dabei werden schrittweise abstraktere Merkmale erzeugt, die in einen Ausgabevektor physiognomischer Merkmale münden. Bilder, für die das Netz sehr ähnliche Ausgabevektoren erzeugt, zeigen dieselbe Person. Bei der Registrierung einer Person wird ein Ausgabevektor gespeichert. Durch einen Vergleich der Vektoren kann die Person später in Bildern wiedererkannt werden.

Für das Training neuronaler Netze für die Gesichtserkennung werden mindestens eine Million Bilder von Personen mit bekannter Identität benötigt, besser sind einige hundert Millionen Bilder. Der Backpropagation-Algorithmus passt die Parameter des Netzes so an, dass alle Bilder einer Person einen ähnlichen Ausgabevektor, Bilder unterschiedlicher Personen einen unähnlichen Ausgabevektor erzeugen. Das Training läuft verteilt auf GPU-Clustern und kann Stunden bis Tage in Anspruch nehmen.

Bei der Anwendung konvolutionaler neuronaler Netze muss auf jeder Ebene das Produkt zweier großer Matrizen berechnet werden. Dabei müssen alle Zeilen der ersten mit allen Spalten der zweiten Matrix multipliziert werden. Diese Multiplikationen, die den Flaschenhals der Berechnung bilden, können parallel berechnet werden. Eine effiziente Durchführung der Berechnung auf einem eingebetteten System erfordert eine an die Prozessorarchitektur angepasste Strategie zum Laden der Matrizen in den Prozessor-Cache. Bei der Durchführung der Multiplikationen können Bildverarbeitungs- und Vektorarithmetik-Koprozessoren ausgenutzt werden.

Unsere Implementierung benötigt etwa 200 ms für eine Identifikation auf einem ARM-A9-Prozessor. Dabei erzielt das System eine Erkennungsrate knapp oberhalb der Genauigkeit, die Menschen erzielen, wenn ihnen Gesichtsausschnitte vorgelegt werden (s. Abb. 3). Googles FaceNet und Baidu erzielen noch höhere Erkennungsraten, verwenden dazu aber um Größenordnungen komplexere Netze, die nicht in Echtzeit auf mobilen Systemen ausgeführt werden können.

### Schlussfolgerungen

Gesichtserkennung ermöglicht eine personalisierte Interaktion zwischen Anwendern

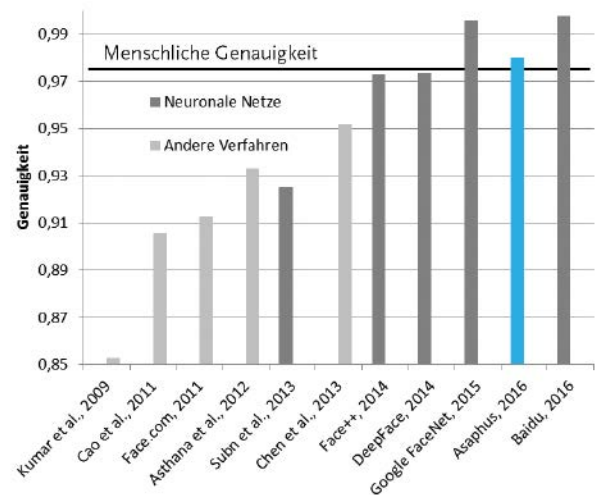


Abb. 3: Identifikationsgenauigkeiten auf dem Datensatz „Labeled Faces in the Wild“

und Geräten. In Fahrzeugen sind damit die Aktivierung von Infotainment-Präferenzen und Fahrzeug-Einstellungen und Zugang zu persönlichen Informationen möglich. Insbesondere für Lieferfahrzeuge kann Gesichtserkennung eine Sicherheitsfunktion übernehmen. Mit Hilfe von Head-Tracking und der Verfolgung der Augen können Mensch-Maschine-Schnittstellen die Blickrichtung des Nutzers einbeziehen; Fahrzeuge können damit die Aufmerksamkeit des Fahrers verfolgen.

Tiefe neuronale Netze sind heute die genauesten bekannten Modelle für die Gesichtserkennung. Mit Hilfe von Vektorarithmetik und an die Prozessorarchitektur angepassten Strategien für das Laden der Netzparameter in den Prozessor-Cache können wir Gesichtserkennung in Echtzeit auf eingebetteten Systemen ausführen – mit einer Erkennungsrate, die auch Menschen bei der Identifikation von Gesichtsausschnitten erzielen.

### Autoren

**Lenka Ivantysynova**, Geschäftsführerin und Mitgründerin von Asaphus Vision

**Tobias Scheffer**, Professor für Informatik, Universität Potsdam, Mitgründer von Asaphus Vision

### Kontakt

Asaphus Vision GmbH, Berlin  
Tel.: +49 30 850 191 77  
contact@asaphus.de  
www.asaphusvision.com

Universität Potsdam, Institut für Informatik, Potsdam  
Tel.: +49 331 977 3021  
scheffer@cs.uni-potsdam.de  
www.cs.uni-potsdam.de/ml/

# News

## Polen wird Partnerland der Hannover Messe 2017

Polen wird das Partnerland der Hannover Messe sein. Dies gaben das polnische Ministerium für Wirtschaftliche Entwicklung sowie der Veranstalter Deutsche Messe AG in Hannover bekannt. Auf dem polnischen Gemeinschaftsstand unterzeichneten Paweł Chorąży, Staatssekretär im Ministerium für Wirtschaftliche Entwicklung, und Dr. Jochen Köckler, Mitglied des Vorstands der Deutschen Messe, den Partnerland-Vertrag. „Wir freuen uns sehr, dass unser Nachbarland

Polen das Partnerland sein wird“, sagt Köckler. „Die polnische Industrie beeindruckt in zahlreichen Branchen mit Innovationen und Wachstum. Dies ist für Unternehmen und Investoren aus aller Welt interessant. Die Hannover Messe ist deshalb der geeignete Ort, um die Stärke der polnischen Wirtschaft in den Mittelpunkt zu stellen und wirtschaftliche Beziehungen – besonders auch zwischen Deutschland und Polen – weiter zu intensivieren.“

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



## Call for Papers: Das inspect application forum auf der Vision

Nach der erfolgreichen Premiere in 2014 präsentiert die inspect, Europas führende Fachzeitschrift für angewandte Bildverarbeitung und optische Messtechnik, zum zweiten Mal in Kooperation mit der Messe Stuttgart und dem Veranstalter D&H Premium Events das inspect application forum. Ziel dieses einzigen Forums speziell für Endanwender auf der Weltleitmesse Vision ist es, potentielle Nutzer von Bildverarbeitungs-Technologien mit den für sie relevanten System- und Lösungsanbietern zu vernetzen.

Verschiedene Branchen und ihre spezifischen Anforderungen an die Bildverarbeitung sollen dabei wieder im Fokus stehen. Jeweils ein bis zwei Themenbereiche pro Messetag werden im inspect application forum mit anwendungsbezogenen Vorträgen adressiert. Das umfassende B2B-Matchmaking-Angebot für Besucher und Aussteller beinhaltet darüber hinaus eine exklusive, bewirtete Business Lounge auf der Galerie der Halle 1.

Sind Sie Systemintegrator oder Lösungsanbieter für Bildver-

arbeitungssysteme in einem oder mehreren der folgenden Anwendungsbereiche?

- Vision 4.0 – Intelligente Vision-Systeme für die vernetzte Fertigung;
- Automotive (z. B. 3D, optische Messtechnik, Safety in Automation, ...);
- Food & Beverage (z. B. Code-Lesen, Logistik, Packaging, ...);
- Pharma & Medical (z. B. Tracking, Tracing, Fälschungssicherheit, ...);
- Non Manufacturing (z. B. Traffic, Smart Farming, Security, ...).

Dann ist das inspect application forum genau das passende Premium-Format für Sie. Präsentieren Sie Ihre spezifische Branchenkompetenz zielgenau vor einem hochkarätigen Fachpublikum aus Anwendern und Entscheidern. Kommen Sie mit Ihren potentiellen Neukunden direkt ins Gespräch.

Aussteller und auch Nicht-Aussteller der Vision können sich noch bis 31. Juli anmelden und Themenvorschläge einreichen.

[www.inspect-application-forum.de](http://www.inspect-application-forum.de)

## SIS.Europe 2016 – Der Blick in die Zukunft der Oberflächeninspektion

Die Thema Technologie Marketing veranstaltet am 28. und 29. September in Aachen die SIS.Europe 2016, den International Surface Inspection Summit. Dabei stehen zukünftige Anforderungen, erfolgreiche Referenzen sowie neue Technologien und Methoden der Oberflächeninspektion für Stahl und Nichteisenmetalle im Fokus. Er-

wartet werden rund 250 Teilnehmer, viele große Systemlieferanten in der Oberflächeninspektion sind als Sponsoren und Aussteller dabei. Bis zum 15. Juni wird für Teilnehmer ein Frühbucherrabatt von rund 30 % gewährt. Die SIS.Europe 2016 zeigt die Anforderungen an die Inspektionssysteme von morgen: Themen wie „Rolle in der Industrie 4.0“, „Total

Quality Ansätze“ und „Grenzen der OIS“ sowie zahlreiche weitere derzeit relevante Themen die OIS betreffend werden diskutiert. Bisherige Hauptsponsoren und Aussteller der Veranstaltung sind Fives Koods, IMS Messsysteme und Primetals Technologies. Viele weitere Unternehmen sind ebenfalls eingeladen.

[www.sis-world.com](http://www.sis-world.com)



## 1. European Machine Vision Forum

Das europäische Machine Vision Forum ist eine neue zweitägige Veranstaltung der European Machine Vision Association (EMVA). Es soll gezielt die Zusammenarbeit zwischen der Machine Vision Industrie und der wissenschaftlichen Forschung fördern, damit neue Forschungsergebnisse schnell in die Praxis umgesetzt werden können. Hier treffen sich Wissenschaftler, Ingenieure und Entwickler aus beiden Communities, um voneinander zu lernen. Damit füllt diese neue Veranstaltung eine wichtige Lücke.

Das erste Forum mit dem Fokus auf Bildverarbeitungs-Algorithmen – von „low level to deep learning“ wird von 8. bis 9. September in Heidelberg stattfinden. Neben 12 hochka-



rätigen eingeladenen Vorträgen gibt es insgesamt vier Poster- und Software-Demositzungen, drei mit je 45 Minuten in den Pausen zwischen den Vorträgen und eine am Abend, siehe [emva-forum.org](http://emva-forum.org).

Jeder Teilnehmer hat die Möglichkeit, ein Poster, eine Software-Demo oder auch ein offenes Problem aus der Anwendung, für die er eine Lösung sucht, einzureichen. Jeweils unmittelbar vor den Poster/Demo-Sitzungen findet eine Teaser-Session statt, in der jeder Beitrag mit einer Folie in einer Minute vorgestellt wird.

Eine Einreichung ist über die Webseite des Forums [emva-forum.org](http://emva-forum.org) nach Registrierung möglich. Um aktuelle Entwicklungen berücksichtigen zu können, ist eine Einreichung von Poster und Software-Demos bis einschließlich dem 19. August möglich. Die Annahme wird durch das Scientific Advisory Board innerhalb von zwei Wochen nach Einreichung oder, bei später Einreichung, bis spätestens 26. August bestätigt. Bis zum 19. August kann man auch jederzeit eine aktualisierte Fassung ein-



reichen. Die Kurzfassung jedes akzeptierten Beitrags wird sofort in das Online-Programm integriert. [www.emva-forum.org](http://www.emva-forum.org)

## Automatisierung und IT: Blick in die Zukunft

Die Automatica, die vom 21. bis 24. Juni in München stattfindet, ist der zentrale Treffpunkt der internationalen Automatisierungsbranche und ihrer Anwender. Die Top-Themen: Industrie 4.0, Mensch-Roboter-Kollaboration und Servicerobotik, werden in diesem Jahr durch ein neues Highlight ergänzt: Die Fachmesse IT2Industry, die im Rahmen der Automatica stattfindet. Sie bildet in Halle B4 mit über 40 Ausstellern die Schnittstelle zwischen der klassischen Produktion und dem Indust-

riellen Internet der Dinge ab. Damit spiegelt die Messe München den neuen Trend wider: Maschinenbau und IT wachsen zusammen.

Ein weiterer herauszustellender Programmpunkt der Messe ist das Forum „Praxiswissen Bildverarbeitung“ in Konferenzraum B52 an Halle B5. Häufig entscheidet die fundierte Fachkenntnis über das Gelingen oder das Scheitern von Bildverarbeitungslösungen. Aber wie genau vorgehen? Mit halbständigen Wissens-Bausteinen greift Vision & Con-



trol, einer der führenden deutschen Bildverarbeitungs-Spezialisten, diese Fragen auf und präsentiert als Partner der Automatica jeden Tag anwendungsnahes Praxiswissen zur industriellen Bildverarbeitung. Ausführendes Organ ist die Vision Academy, das Machine Vision Trainings Center der Vision & Control. Aktuelle Themen werden in kompakter und verständlicher Form vorgestellt und anwendungsbezogene Lösungsansätze gezeigt. Jeweils täglich stehen ab 15.00 Uhr Experten beratend zur Verfügung, um individuelle Bildverarbeitungsaufgaben im direkten Gespräch zu analysieren.

Schließlich ist im Rahmen des „47th International Symposium on Robotics“ auch die internationale Forschung auf der Messe präsent. Die internationale Konferenz ISR 2016 findet vom 21. bis 22. Juni im Pressezentrum Ost auf dem Münchener Messegelände (Eingang Ost) statt. Unter dem Motto „Robotics in the era of Digitalization“ präsentieren Teilnehmer aus der Industrie und Forschung in über 150 Vorträgen Einblicke in die neuesten „State-of-the-Art“ Robotik-Technologien. Die Top-Themen: Roboter in der Produktion, Planung und Steuerung, Komponenten, Servicerobotik und der Arbeitsplatz der Zukunft.

[www.automatica-munich.com](http://www.automatica-munich.com)



Messe München GmbH

VISION MEETS

APPLICATION.

**GIT VERLAG**

A Wiley Brand



**Call for Papers:  
Das inspect application forum auf der VISION 2016.**

Sie sind Systemintegrator oder Lösungsanbieter für applikations-spezifische Vision-Systeme? Dann haben wir für Sie genau das passende Premium-Angebot – das zweite **inspect application forum**.

Präsentieren Sie Ihre spezielle Lösungskompetenz auf der VISION 2016 in Stuttgart vor ausgewählten Anwendern und Entscheidern aus Ihrer Branche.  
**Anmeldeschluss: 31. Juli 2016**

[www.inspect-application-forum.de](http://www.inspect-application-forum.de)





# Wissensforum

## 3. VDI-Fachkonferenz „Industrielle Bildverarbeitung“



Bei der „3. VDI-Fachkonferenz Industrielle Bildverarbeitung“ trafen sich auch in diesem Jahr in Stuttgart am 10. und 11. Mai wieder Fachleute aus verschiedenen Branchen und Anbieter von Komponenten und Systemen zum Gedankenaustausch. Professor Dr. Christoph Heckenkamp, Leiter des Master-Studiengangs Optotechnik und Bildverarbeitung im Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften der Hochschule Darmstadt, leitete und moderierte die Konferenz.

Die zweitägige Fachkonferenz war organisatorisch so ausgelegt, dass den Teilnehmerinnen und Teilnehmern auf unterschiedlichen Ebenen die Gelegenheit zum fachlichen Wissens- und Erfahrungsaustausch geboten wurde. Die intensiven Diskussionen, die sich an die hochkarätigen Vorträge anschlossen und den Referentinnen und Referenten weitere Details und Hintergrundinformationen entlockten, zeigten, dass der Teilnehmerkreis an den fachlich tiefgehenden und ausführlichen Beiträgen sehr interessiert war.

Das Vortragsprogramm der Konferenz deckte ein Themenspektrum ab, das aktuell und von branchenübergreifender Relevanz war. So ging es am ersten Tag um die dimensionelle Vermessung, um Oberflächeninspektion und um Neuentwicklungen bei Time-of-flight-Kameras. Der zweite Konferenztag war dem Einsatz der 3D-Bildverarbeitung, Anwendungen der Bildverarbeitung in der Logistik und der Problematik der Sicherheit bei der Mensch-Maschine-Interaktion gewidmet. Den Abschluss bildeten

zwei Vorträge zu den neuen multispektralen Snapshot-Kameras und zu neuen Trends bei Embedded-Kameras.

Schon der Einführungsvortrag am ersten Tag, der die aktuellen Machine-Vision-Anwendungen in der Landwirtschaft von der Fahrzeugsteuerung bis zur Prozessüberwachung in Erntemaschinen zum Thema hatte, lenkte die Aufmerksamkeit auf ‚intelligente‘ Verfahren des maschinellen Lernens. Diese Methodik und deren Problematik wurde an den beiden Konferenztagen in mehreren Vorträgen behandelt. Wie in der Landwirtschaft gibt es auch bei der Bildverarbeitung in der Logistik eine große Bandbreite von Merkmalsausprägungen, sodass bei manchen Anwendungen regelbasierte Verfahren an ihre Grenzen stoßen. Diese Situation tritt auch in so etablierten Bereichen wie der Oberflächenprüfung auf. In einigen Vorträgen zu diesem Thema, bei denen in diesem Jahr vor allem die Inspektion spiegelnder Oberflächen mittels Deflektometrie im Vordergrund stand, wurde deutlich, dass in großem Umfang Erfahrungswissen herangezogen werden muss, damit die machine-learning-Ansätze zu tragfähigen Lösungen führen.

Die Fülle der Informationen aus den Vorträgen, in denen teilweise die Grenzen des physikalisch machbaren ausgelotet wurden, und den anschließenden Diskussionen ließ keinen Zweifel daran, wie umfassend die Anwendungsmöglichkeiten der industriellen Bildverarbeitung heute sind. Neben den auf die ingenieurtechnische Kompe-

tenz des Auditoriums zugeschnittenen Zahlen, Daten und Fakten sorgten auch kleine, weniger komplexe Lösungen aus der Praxis für Aha-Erlebnisse im Auditorium. Die gut 50 Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Fachkonferenz konnten am Ende mit dem sicheren Gefühl nach Hause fahren, hilfreiches Wissen erworben zu haben, das sich für die Aufgaben im eigenen Unternehmen als wertvoll und nützlich erweisen dürfte.

Professor Heckenkamp bedankte sich in seinem Schlusswort noch einmal ausdrücklich bei den Referenten „für die Arbeit, die Sie bei der Vorbereitung der Vorträge investiert haben, und dafür, dass Sie sich diesem Forum gestellt und Ihr Wissen und Ihre Erfahrung geteilt haben“. Er unterstrich, dass die Wahl dieses Veranstaltungsformates den Teilnehmern aus zahlreichen Ingenieurdisziplinen und verschiedenen Branchen die Gelegenheit zum Dialog geben sollte, um ähnlich gelagerte Probleme zu identifizieren und von Lösungsansätzen zu profitieren. Mit Blick auf die zahlreichen noch ungelösten Aufgaben für die industrielle Bildverarbeitung gäbe es auch noch viel Raum für weitere Fachkonferenzen in den kommenden Jahren.

[www.vdi-wissensforum.de](http://www.vdi-wissensforum.de)



# Kalender

## Datum & Ort Thema & Info

<b>21. - 24.06.2016</b> München	<b>Automatica</b> Die Automatica ist seit vielen Jahren für Fach- und Führungskräfte aller Branchen die Plattform, um sich über die neuesten Entwicklungen zu informieren. <a href="http://www.automatica-munich.com">www.automatica-munich.com</a>
<b>03. - 05. 08.2016</b> Berkeley, USA	<b>Imeko TC1-TC7-TC13 Joint Symposium 2016</b> Metrology across the Sciences: Necessary for Everyone <a href="http://www.imeko-tc7-berkeley-2016.org">www.imeko-tc7-berkeley-2016.org</a>
<b>31.08.-01.09.2016</b> Jena	<b>SpectroNet Collaboration Forum 2016</b> Topic: Innovative Applications of Light with Photonic Micro Sensors and Digital Image Processing <a href="http://www.spectronet.de">www.spectronet.de</a>
<b>08.09.2016</b>	<b>inspect 4/2016</b> Koordinatenmesstechnik / Identifizieren & Prüfen / Hyperspectral Imaging & X-Ray
<b>08. - 09.09.2016</b> Heidelberg	<b>1st European Machine Vision Forum</b> Machine vision industry meets academic Focal Topic: Image Processing Algorithms – from low level to deep learning <a href="http://www.emva-forum.org">www.emva-forum.org</a>
<b>14. - 15.09.2016</b> Heidelberg	<b>Volume Graphics User Group Meeting 2016</b> <a href="http://www.volumegraphics.com/de/unternehmen/user-group-meeting-2016/">www.volumegraphics.com/de/unternehmen/user-group-meeting-2016/</a>
<b>27. - 30.09.2016</b> Essen	<b>Security</b> Die Security Essen ist die weltweit bedeutendste Messe für Sicherheit und Brandschutz. <a href="http://www.security-essen.de">www.security-essen.de</a>
<b>04.10.2016</b> Renningen	<b>63. Heidelberger Bildverarbeitungsforum</b> Thema: Bildverarbeitung und Robotik <a href="http://www.bv-forum.de">www.bv-forum.de</a>
<b>10. - 13.10.2016</b> Stuttgart	<b>Motek</b> Internationale Fachmesse <a href="http://www.motek-messe.de">www.motek-messe.de</a>
<b>17. - 19.10.2016</b> Beijing, China	<b>Vision China 2016</b> <a href="http://www.visionchinashow.net">www.visionchinashow.net</a>
<b>19.10.2016</b>	<b>inspect 5/2016</b> Technologie / Systemintegration / Industrie 4.0
<b>19. - 20.10.2016</b> Fürth	<b>Fraunhofer Vision Technologietag</b> Innovative Technologien für die Qualitätssicherung mit Bildverarbeitung <a href="http://www.vision.fraunhofer.de">www.vision.fraunhofer.de</a>
<b>08. - 10.11.2016</b> Stuttgart	<b>Vision</b> Alle zwei Jahre präsentieren die Key-Player der Branche gemeinsam mit vielen kleinen, hoch spezialisierten Unternehmen einen lückenlosen Überblick über ein Produkt- und Dienstleistungsspektrum von unvergleichlicher Breite. <a href="http://www.vision-messe.de">www.vision-messe.de</a>
<b>08. - 10.11.2016</b> Stuttgart, auf der Vision	<b>inspect application forum</b> Networking für Anwender und Anbieter von Vision-Systemen, Verleihung der inspect Awards <a href="http://www.inspect-application.forum.de">www.inspect-application.forum.de</a>
<b>09.11.2016</b>	<b>inspect 6/2016</b> Vision-Sensoren / Oberflächeninspektion & Scanning / 3D-Vision
<b>22. - 24.11.2016</b> Nürnberg	<b>SPS/IPC/Drives</b> <a href="http://www.mesago.de/en/SPS/home.htm">www.mesago.de/en/SPS/home.htm</a>
<b>07.12.2016</b>	<b>inspect 7/2016 „Buyers Guide“</b> Produktübersichten / Industrieanwendungen / Marktdaten



**AUTOMATICA**  
OPTIMIZE YOUR PRODUCTION

icc  
spectronet



emva  
european machine vision association



**Motek**

**Fraunhofer**  
VISION

**VISION**  
Weltweitmesse für  
Bildverarbeitung



inspect  
application  
forum

sps ipc drives



Nürnberg, 22.-24.11.2016

## Index

Firma	Seite
AHF Analysetechnik	24
Aicon 3D	62
Allied Vision Technologies	7, 29, 32
Ametek Division Creaform	44, 58, 62, 63, 64
Asaphus Vision	66
Asentics	16, 17
AutoVimation	26
Awaiba	64
Basler	28
Baumer	31, 32
Büchner Lichtsysteme	6
Carls Zeiss IMT	48, 65
CCS	28, 55
Chromasens	42
Cognex	32, 38, 41
Continental	34
Datalogic Automation	6, 14, 40, 42
Deutsche Messe	69
Dias Infrarot	60
Di-soric	42
Edmund Optics	8, 30, 32, 41
EMVA European Machine Vision Association	61, 70
Etalon	63
EVT Eye Vision Technology	28
Falcon Illumination mv	30
Faro	45, 60
Faser-Optik Henning	6
FEI	2. US
Flir Systems	10, 64, Titelseite
Framos	8, 31
Fujifilm	37
GOM Gesellschaft für Optische Meßtechnik	45

Firma	Seite
Hamamatsu Photonics	21
Hexagon Manufacturing Intelligence	6, 44
IDS Imaging Development Systems	6, 30, 33
IIM	25, 26
Imago Technologies	42
InfraTec	62
Isra Vision	64
IZFP Fraunhofer Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren	56
JAI	29, 30
Jenoptik	45, 46
Jos. Schneider Optische Werke	27, 28
Keyence	33
Kowa Optimed	25, 33
Laetus	40
Landesmesse Stuttgart	69, 3. US
Leuze electronic	43
LMI Technologies	43
Mahr	46
Matrix Vision	13, 33
Matrox	43
Messe München	70
Micro-Epsilon Messtechnik	8, 46, 53
Microscan	41, 43
Midwest Optical Systems	5
Mikrotron	27
Mitutoyo	45
Mobotix	8
MVTec Software	29
NextSense	6, 43
Odos imaging	22
OGP Messtechnik	57
Olympus	65

Firma	Seite
Omni Control Prüfsysteme	26
OPT Machine Vision Tech	39
Optical control	60
Perceptron	49
Phlox	33
Physik Instrumente	50
Point Grey Research	9
Polytec	31, 54, 65
Precitec Optronik	49
Pyramid Computer	40, 4. US
Rauscher	3, 8
Raytrix	33
Renishaw	53
Sensofar	62
Sick	6, 43
Signum	27
Sill Optics	49
Stemmer Imaging	51
Stiftung Jugend forscht	8
Tamron	21
Tema Technologie Marketing	69
Third Dimension	48
Trioptics	30
VDI Wissensforum	72
VDMA	16
Vision & Control	18, 27
Vision Components	28
Wenzel	48
Werth Messtechnik	48, 65
Xenics	65
Yxlon	62, 65
Z-Laser Optoelektronik	60

## Impressum

## Herausgeber

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

## Geschäftsführer

Sabine Steinbach  
Philip Carpenter

## Publishing Director

Steffen Ebert

## Productmanager

Volker Tiskan

## Redaktion

Bernhard Schroth  
(Chefredakteur Technologie)  
Tel.: +49/172/3999827  
bernhard.schroth@wiley.com

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

## Redaktionsbüro München

Joachim Hachmeister (Chefredakteur B2B)  
Tel.: +49/8151/746484  
joachim.hachmeister@wiley.com

## Redaktionsassistent

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

Oliver Scheel  
Tel.: +49/6201/606-748  
oliver.scheel@wiley.com

## Anzeigenvertretungen

Manfred Höring  
Tel.: +49/6159/5055  
media-kontakt@t-online.de

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

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

## Herstellung

Christiane Potthast  
Claudia Vogel (Sales Administrator)  
Maria Ender (Layout)  
Elke Palzer (Litho)

## Wiley GIT Leserservice

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

## Sonderdrucke

Oliver Scheel  
Tel.: +49/6201/606-748  
oliver.scheel@wiley.com

## Bankkonto

Commerzbank AG, Mannheim  
Konto-Nr.: 07 511 188 00  
BLZ: 670 800 50  
BIC: DRESDEFF670  
IBAN: DE94 6708 0050 0751 1188 00

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste  
vom 1. Oktober 2015  
2016 erscheinen 7 Ausgaben  
„inspect“

Druckauflage: 20.000 (1. Quartal 2016)



## Abonnement 2016

7 Ausgaben EUR 49,00 zzgl. 7% MWST  
Einzelheft EUR 15,70 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  
widerrufen werden, Versandreklama-  
tionen 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 einge-  
schränkte Recht eingeräumt,  
das Werk/den redaktionellen 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



# THE OF VISION TECHNOLOGY

Industrielle Bildverarbeitung: die Schlüsseltechnologie für automatisierte Produktion. Erleben Sie, wie Roboter flexibel auf ihre Umwelt reagieren. Treffen Sie Visionäre und Innovatoren der Branche, diskutieren Sie Topthemen wie Embedded Vision und erfahren Sie, welchen Weg die nicht-industrielle Bildverarbeitung beschreitet. Auf der VISION, der Weltleitmesse für Bildverarbeitung.

**08. – 10. November 2016**  
**Messe Stuttgart**

[www.vision-messe.de](http://www.vision-messe.de)



**VISION**  
Weltleitmesse für  
Bildverarbeitung

# CAMCUBE PRODUKTFAMILIE

Immer die passende IPC-Lösung



## Highlights:

### Individuelle Konfiguration:

- Von Intel® Atom™ bis Intel® Xeon™
- Alle üblichen Kamera-Schnittstellen
- Als AC und DC Version lieferbar
- Front I/O Systeme

### Kompakte Bauform:

- Verschiedene Montageoptionen
- Individuell konfigurierbar

### Industrielle Standards:

- Langzeitverfügbarkeit
- Zertifizierungen

Kontaktieren Sie uns unter:  
[www.pyramid.de/camcube](http://www.pyramid.de/camcube)

**pyramid**  
building IT