

# inspect

Angewandte Bildverarbeitung und optische Messtechnik

SCHWERPUNKTE

## Vision-Systeme IR und X-Ray



 LMI TECHNOLOGIES

### Vision:

Vision-Systeme für jeden Anspruch – Smart-Kamera bis High-End Bildverarbeitung

### Automation:

3D-CT am laufenden Band – Vollautomatische 3D-Inspektion

### Control:

Die Anwendung entscheidet – Infrarot-Thermometer oder Infrarotkamera?

Partner von



AUTOMATICA



**GIT VERLAG**

A Wiley Brand



# CamCube plus 4.0

Die Lösung für die industrielle Bildverarbeitung



## Highlights:

**NEU**

### **Autarke Stromversorgung:**

Durch interne unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV).

**NEU**

### **Innovatives Lüfterkonzept:**

- 3 Ultra-Silent-Lüfter
- Spezialfilter für die Industrie

**NEU**

### **Individuelle Konfiguration:**

- Bis zu 6x PCIe / PCI
- Bis zu 6x 2,5" HDD / SSD intern fest eingebaut
- Optional im Wechselrahmen 2x 2,5"

Jetzt informieren:  
[www.pyramid.de/camcube](http://www.pyramid.de/camcube)

**pyramid**  
building IT

# Alles schon Big Data?



Es vergeht kaum ein Tag, an dem mich beim Streifzug über die Seiten der populären Nachrichtenportale nicht dutzendweise knackige Schlagzeilen zur fortschreitenden Digitalisierung unserer Welt anspringen. Da kann sich schon der Eindruck festsetzen, dass die Digitalisierung von allem und jedem gerade mit rasender Geschwindigkeit voranschreitet. Zumindest in der medial gestützten Wahrnehmung.

Die dritte industrielle Revolution ist in vollem Gange und im Vergleich zu ihr könnte sich die erste industrielle Revolution als ein gerade einmal lauwarmes Frühlingslüftchen erweisen. Aber wird sich die moderne Industriegesellschaft in einem digitalen Datenozean auflösen, auf dem große Konzerne wie Google ihre Trawler kreuzen lassen, um die reichen Fischgründe auszuplündern? Sollte das so kommen, wäre meine Empfehlung: Ziehen Sie sich warm an!

Aber wie ist das eigentlich mit den Schlagzeilen auf den Online-Portalen der Nachrichten-Riesen? Nicht selten erweist sich die großspurige Schlagzeile als billiges Lockmittel, um den Suchenden zu einem Klick und zum Verweilen auf genau diesem Content zu bewegen. Und jeder Klick bringt in letzter Konsequenz Werbeeinnahmen. Da schließt sich ein Kreis, oder? Und daher glaube ich, dass sich noch niemand warm anziehen muss. Denn die in den Massen-Medien grell und kontrastreich gezeichneten Bilder entsprechen immer seltener der überwiegend sehr nüchternen Wirklichkeit.

Ich für meinen Teil bin sehr froh darüber, dass ich mich zusätzlich mit der industriellen Umsetzung der Digitalisierung befassen darf. Auch hier ist das Tempo extrem hoch, aber es wird nach anderen Regeln gespielt. Hier müssen sich technische Lösungen oft in der Produktion bewähren und steigenden Qualitätsansprüchen gerecht werden.

Die anfallenden Datenmengen füllen hier nicht unstrukturiert einen Ozean, sondern fließen in Strömen und Kanälen ihrem Ziel entgegen, um dort möglicherweise zu einem präzise vermessenen dreidimensionalen Volumenbild eines Motorblocks zu werden. Röntgen-CT-Systeme produzieren beispielsweise solche Datenströme.

Überhaupt ist die Welt der digitalen Bilder für die Industrie und die Konsumenten ein Segen. Zu 100% geprüfte Produkte sind besser und sicherer. Berührungslose optische 100%-Prüfung, umgesetzt mit modernen Vision-Systemen und integriert in die automatisierte Produktion, das ist revolutionär. Und ab wann Sie sich warm anziehen sollten, ließe sich mit der heute zur Verfügung stehenden IR-Kamera-technologie ziemlich objektiv feststellen. Die Beispiele für solche Technologien liefern wir auf den folgenden Seiten dieser inspect-Ausgabe.

Ich wünsche Ihnen somit ein nachhaltiges und vollständig analoges Lesevergnügen.

**Bernhard Schroth**



## Neue Perspektive

### Matrox Design Assistant 4.0

**Bildverarbeitung**  
mit dem Flussdiagramm ready-to-use Aktionsblöcke visuelle Anwendungsentwicklung in kürzester Zeit

### Robuste BV-Tools

Mustererkennung, Feature-Detection, Vermessungen, 1D/2D Code-Lesen, OCR, Farbanalysen und vieles mehr

### Freie Kamerawahl

100% kompatibel mit GigE + USB3 Vision optimal für Multikamera Anwendungen

### Freie Wahl der PC Plattform

100% kompatibel mit allen Windows PCs Workstation, 19" Server, Embedded PCs und Smart-Kameras

### SPS und Roboter

Industrieautomation mit Profinet, Modbus und nativen Roboter-Interfaces

### VISION 2014

Halle 1 — Stand E32



Telefon 0 8142/4 48 41-0 · Fax 0 8142/4 48 41-90  
eMail info@rauscher.de · www.rauscher.de

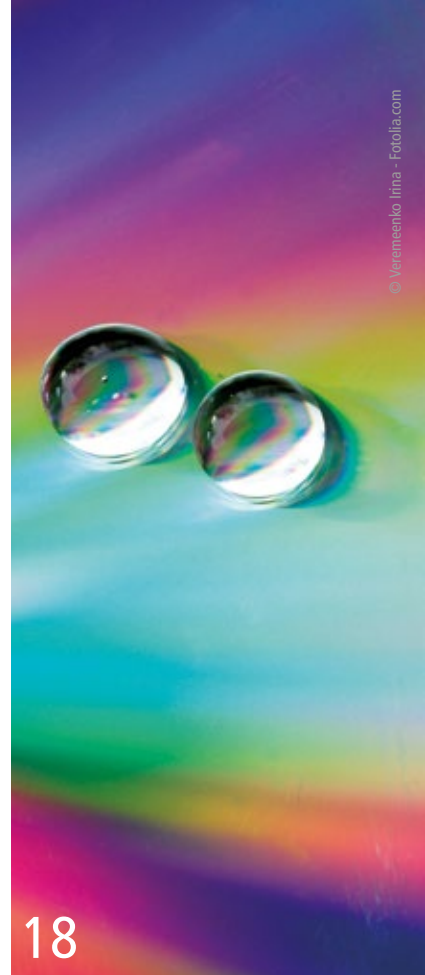
BILDERARBEITUNG FÜR TECHNISCHE, WISSENSCHAFTLICHE UND INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN



14



10 **Titelstory:** Superschnell und zuverlässig  
100 %-Kontrolle von Lebensmittelverpackungen  
mit 3D-Smart-Sensoren



18

# Inhalt

## Topics

- 3 Editorial  
Alles schon Big Data?  
Bernhard Schroth
- 6 News

## Titelstory

- 10 Superschnell und zuverlässig  
100 %-Kontrolle von Lebensmittelverpackungen mit  
3D-Smart-Sensoren  
Chi Ho Ng

## Märkte & Management

- 12 Im Markt –  
Das Managerinterview  
Zuhause im Machine-Vision-  
Markt  
  
Mit Thomas Feichtner,  
Leiter des Bereiches Industrielle  
Bildverarbeitung bei Ricoh  
Imaging Deutschland, sprach  
inspect über die anspruchsvolle  
Aufgabe, moderne und leistungs-  
fähige Produkte unter einem neu-  
en Markennamen im Machine-  
Vision-Markt zu platzieren.

## Vision

- 14 Vision-Systeme für jeden  
Anspruch  
Von der Smart-Kamera bis zum  
High-End Bildverarbeitungs-  
rechner  
Peter Stiefenhöfer
- 16 Gelungene Experimente  
IPCs für die Bildverarbeitung  
helfen in der Life-Science-  
Forschung
- 18 Um Wellenlängen voraus  
Der richtige Einsatz von Licht  
und Optik  
Anna Hetzelt
- 20 Heiße Ware  
Mini-Wärmebildkamera bietet  
Thermographie in VGA-Auflösung  
Manfred Pfadt
- 22 Produkte

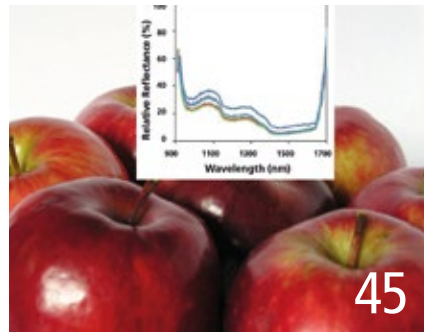
## Automation

- 28 Mehr als nur ein Spiel  
Industrie 4.0: Intelligente  
Assistenzsysteme für verbesserte  
Wartungskonzepte  
Michael Kröhn
- 30 Lückenlos erfasst  
Mit einem Lichtband Teile  
identifizieren und Positionen  
bestimmen  
Stefan Hornung
- 32 Auf die Größe kommt es an  
Die neue Generation der  
Volumenmesssysteme  
Bernhard Lenk
- 34 Priorität 1:  
Patientensicherheit  
Optische Inspektion in  
pharmazeutischen Herstellungs-  
prozessen  
Joachim Baczewski
- 36 Leiterplatten unter der  
Lupe  
Unermülich und zuverlässig –  
Zeilenkameras dekodieren  
Barcodes  
Valeria Mix
- 38 3D-CT  
am laufenden Band  
Vollautomatische 3D-Inspektion  
für die Röntgen-Computertomo-  
graphie in der Produktion  
Sven Gondrom
- 40 Produkte

Partner von:

**VISION** **AUTOMATICA**





## Control

- 42** Die Anwendung entscheidet  
Infrarot-Thermometer oder Infrarotkamera?  
**Helge Moritz**
- 45** Frisch auf den Tisch  
„Hyperspectral Imaging“ vereinfacht die Nahrungsmittelkontrolle  
**Raf Vandersmissen**
- 48** Safety first  
Thermographie sichert die Fertigungsqualität von Flugzeugturbinen  
**Joachim Sarfels, Frank Liebelt**
- 51** Jenseits der „klassischen“ Bildverarbeitung  
Neue Inspektionsverfahren für pharmazeutische Produkte  
**Hans-Georg Schindler**
- 54** In-situ Computertomographie  
Dimensionelles Messen und Materialprüfung an belasteten Bauteilen  
**Alexander Tissen, Peter Hornberger, Jochen Hiller, Simon Zabler, Benjamin Baudrit, Sebastian Horlemann**
- 57** Computertomographie in der Hörgeräteproduktion
- 58** Computertomographie im Fertigungstakt  
3D-Volumendaten inline erfassen  
**Judith Schwarz**
- 60** Ein Fingerzeig genügt  
Innovative Bedienkonzepte für CT-Systeme  
**Peter Kramm**
- 62** Produkte

## Non Manufacturing

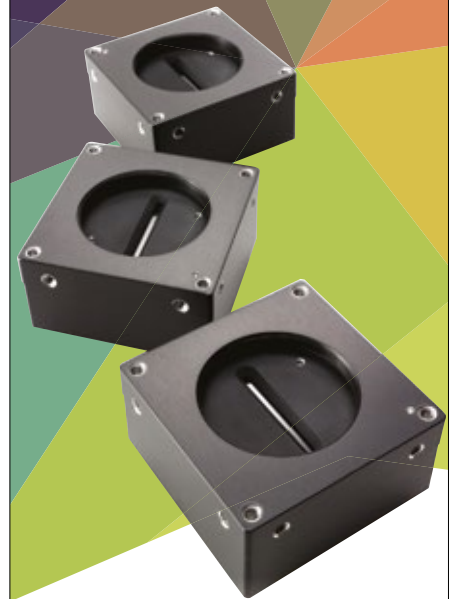
- 66** Hexapod an PETRA III  
Schwere Lasten auf den Mikrometer genau positionieren  
**Birgit Schulze, Ellen-Christine Reiff**
- 68** Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit  
Konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie in der Solarzellenforschung  
**Markus Fabich**

## Vision Places

- 70** News
- 70** Vision 2014: Internationale Relevanz steigt
- 73** Kalender
- 74** Index / Impressum

# Linea™

## Niedrige Kosten, hohe Leistung



### Unendliche Möglichkeiten

- 2K- und 4K-Auflösung
- Hohe Zeilenraten von bis zu 80 kHz
- Mehrere Benutzer-Koeffizienten
- GenICam- oder ASCII-konforme Schnittstellen
- Intelligente Flat-Field- und Shading-Korrektur

Fünf CMOS-Kameraentwicklungen für 2014

Weiterlesen: <http://goo.gl/21IWMu>



**TELEDYNE DALSA**  
Everywhereyoulook™

# News



## Breckmann feiert 25-jähriges Jubiläum

Die Breckmann GmbH feiert in diesem Jahr ihr 25-jähriges Bestehen. Seit der Übernahme durch die Aicon 3D Systems im August 2012 arbeiten die Unternehmen als Komplettanbieter für optische 3D-Messtechnik zusammen. Das Produktspektrum ist breit gefächert und reicht von 3D-Scannern über die Fertigungsoptimierung, Qualitätssicherung bis hin zur Systemlösung in den Bereichen Kunst und Kultur. Der Anwendungsschwerpunkt der Produkte liegt jedoch im technisch-industriellen Bereich.

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

## EMVA Market Report 2014 veröffentlicht

Die European Machine Vision Association (EMVA) hat ihren Marktbericht 2014 „Machine Vision in Austria, Switzerland and Liechtenstein“ veröffentlicht. Erstmals werden in dieser Studie die Bildverarbeitungsmärkte in den drei Alpenländern mit allen ihren Facetten kartographiert. Dies beinhaltet die Bildverarbeitungsindustrie mit insgesamt über 130 Playern, ihren Abnehmerindustrien und die Hauptanwendungsgebiete sowie technische und wirtschaftliche Trends. Darüber hinaus wird das „Ökosystem“ für die Bildverarbeitung im jeweiligen Land beschrieben, darunter die Anzahl und Namen von Clustern, Forschungszentren, Verbänden, Messeveranstaltungen und Fachmagazinen. Dies wird ergänzt durch die Beschreibung von Markt- und Wachstumstreibern sowie einer Schätzung des Marktvolumens im jeweiligen Land.

EMVA-Nichtmitglieder können die 53-seitige Studie als PDF zum Preis von 290 € zzgl. MwSt. erwerben.

[www.emva.org](http://www.emva.org)

## AVT: Rekordumsatz im ersten Halbjahr 2014

Allied Vision Technologies (AVT), hat das erste Halbjahr 2014 mit historischen Umsatz- und Absatzzahlen abgeschlossen. Der Hersteller von Kameras für die industrielle Bildverarbeitung übertrifft seine eigenen Pläne und erreichte Bestmarken bei den Absatzmengen bzw. beim Umsatz im Mai und Juni. Die Grenze von 10.000 ausgelieferten Kameras in einem Monat wurde im Mai überschritten – ein Rekord in der 25-jährigen Geschichte des Unternehmens.

Ein weiterer Rekord wurde im Juni mit über 6,5 Mio. € Umsatz in einem Monat aufgestellt. Frank Grube, Präsident & CEO des Unternehmens: „Ich bin umso optimistischer, als der Ausblick auf das zweite Halbjahr gut aussieht.“ Den Erfolg der letzten Monate verdankt Allied Vision Technologies vor allem seinen beliebten Kameramodellen der mittleren und oberen Marktsegmente. Auch der Ausbau des Vertriebsgebiets im asiatisch-pazifischen Raum hat seinen Beitrag dazu geleistet.

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



## Hexagon übernimmt Vero Software

Hexagon hat Vero Software gekauft, ein Hersteller von CAM-Software. Vero Software ist ein im Vereinigten Königreich ansässiges Software-Unternehmen. Die dort entwickelte Software unterstützt den Design- und Produktionsprozess durch Lösungen zum Programmieren und Steuern von Werkzeugmaschinen und bewältigt so die steigende Herausforderung, Produktionseffizienz mit hochwertigem Durchsatz zu erzielen. Zu den bekannten Marken in Vero Softwares Portfolio gehören Alphacam, Cabinet Vision, Edgecam, Radan, Surfcam, VISI, und WorkNC. Das Unternehmen hat eine breite Marktabdeckung mit Büros im Vereinigten Königreich, Deutschland, Italien, Frankreich, Japan, den USA, Brasilien, den Niederlanden, China, Korea, Spanien und Indien, die über seine 100 %igen Tochtergesellschaften und Wiederverkäufer-Netzwerke über 45 Länder mit Produkten beliefern.

Durch den Erwerb wird Hexagons Software-Angebot gestärkt und es werden die Mittel dazu geliefert, Qualitätsdaten endlich voll auszunutzen. Vero Software wird im August 2014 vollständig konsolidiert.

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



## Basler: Zahlen für das erste Halbjahr über Erwartungen

Die Basler AG legte endgültige Zahlen für das erste Halbjahr 2014 vor. Der Konzern-Auftragseingang stieg um 23 % auf 40,9 Mio. € (VJ: 33,3 Mio. €). Der Konzernumsatz lag mit 39,0 Mio. € um 21 % über dem Vorjahreswert von 32,2 Mio. €. Die Rohertragsmarge legte um knapp 1 Prozentpunkt auf 51,5 % (VJ: 50,6 %) zu. Das Konzernergebnis vor Steuern (EBT) kletterte um 51 % auf 5,9 Mio. € (VJ: 3,9 Mio. €). Die Rendite vor Steuern betrug 15 % (VJ: 12 %).

Aufgrund der guten Monatsergebnisse im Verlauf des zweiten Quartals hat Basler bereits Mitte Juni seine Umsatz- und Gewinnprognose für das Geschäftsjahr 2014 angehoben und rechnet fortan mit einem Konzernumsatz von 73 bis 76 Mio. € (zuvor 70 bis 74 Mio. €) bei einer Vorsteuerergebnismarge von 12 bis 14 % (zuvor 8 bis 10 %). Der vollständige Halbjahresbericht 2014 kann auf der Internetseite des Unternehmens eingesehen werden.

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

## Personelle Veränderungen bei Edmund Optics

Bei Edmund Optics gibt es personelle Veränderungen in den Geschäftsbereichen Optik, Bildverarbeitung und Vertrieb: Greg Hollows, der mit einer 15-jährigen Erfahrung als Experte im Bereich Bildverarbeitung den Posten des „Direktor des Geschäftsbereiches Bildverarbeitung“ übernimmt, konzentriert sich auf die Weiterentwicklung des EO Produktportfolios. Zudem besteht seine Aufgabe in der Kombination der Funktionen Strategie, Produktentwicklung und Supply Chain.

Der neu ernannte „Direktor des Geschäftsbereiches Optik“, Anthony Artigliere, bringt 25 Jahre Berufserfahrung in der Photonikindustrie mit. Seine Arbeit umfasst die Verbindung der Bereiche Produktmanagement und Supply Chain.

Mit Todd Sierer hat Edmund Optics für die Position der „Vertriebsleitung für Amerika“ eine im internationalen Management sowie im Produktmanagement erfahrene Führungskraft gewonnen. Die Verknüpfung von Marketing- und Vertriebsexpertisen fällt unter seinen Aufgabenbereich.

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

Fortsetzung auf S. 8

**KLEINE GRÖSSE.  
KLEINERER PREIS (EUR 219)**

Das kompakte 44 x 35 x 19.5 mm Metallgehäuse bietet mehrere Montageoptionen sowie eine Schraubensicherung für eine zuverlässige USB 3.0 Verbindung.

**SEHR EMPFINDLICHE BITS**

Die Chameleon3 bietet eine Auswahl an qualitativ hochwertigen Progressive-Scan CCDs sowie Global Shutter CMOS Sensoren, ideal für anspruchsvolle Anwendungen.

**KANN SICH AUCH NACKT  
SEHEN LASSEN**

Die Board-Level-Variante misst lediglich 40 x 31 mm. Die Chameleon3 kann sowohl mit C/CS-Mount als auch mit M12 Mikrolinsen verwendet werden.

**AUFEINANDER ABGESTIMMT**

Eine opto-isolierte GPIO Verbindung ermöglicht die Belichtungssteuerung durch einen externen Trigger, die Ansteuerung eines Strobe-Lichts oder die Synchronisierung mehrerer Kameras.

**FOTOGRAFISCHES GEDÄCHTNIS**

Der 16 MB Frame Buffer sorgt für eine zuverlässige Bilddatenübermittlung und mit dem 1MB Festspeicher können u.a. Kalibrierungsdaten gespeichert werden.

**KONTROLL-FREAK**

Ein FPGA steuert alles: On-Board Bild- und Farbverarbeitung, automatische Belichtung sowie Firmware-Upgrade vor Ort.

**TEAMPLAYER**

Kompatibel mit dem USB3 Vision™ Standard für eine nahtlose Integration unseres Flycapture SDKs, sowie von Softwarepaketen, Treibern und Zubehör von Drittanbietern.



# ANATOMIEUNTERRICHT: CHAMELEON®3

Mehr unter [www.ptgrey.com/chameleon3](http://www.ptgrey.com/chameleon3)



**BLACKFLY®**



**FLEA®3**



**CHAMELEON®3**



**CHAMELEON®3  
BOARD LEVEL**



**GRASSHOPPER®3**

Point Grey ist ein weltweit führender Entwickler und Hersteller von innovativen, leistungsstarken Digitalkameras für Anwendungen in der Industrie, Biowissenschaften, Verkehrswesen und Sicherheit. Point Grey bietet ein einzigartiges und umfassendes Portfolio bestehend aus USB3 Vision, GigE Vision, FireWire und USB 2.0 Produkten, die für ihre ausgezeichnete Qualität, Benutzerfreundlichkeit und Preis-Leistungsverhältnis bekannt sind.



Erfahren Sie mehr unter [ptgrey.com/chameleon3](http://ptgrey.com/chameleon3) oder kontaktieren Sie [eu-sales@ptgrey.com](mailto:eu-sales@ptgrey.com)

### DataMatrix-Code wird 20 Jahre

Das Unternehmen Microscan feiert das 20-jährige Bestehen des DataMatrix-Codes, welcher 1994 erfunden wurde und seitdem als Schlüsselinnovation gilt. Die Bedeutung des DataMatrix-Codes nahm in den letzten Jahren zu, sodass die Anwendungsbereiche heutzutage von der Automobilindustrie, der Elektrotechnik bis hin zur Pharmazie reichen. Besonders gefragt ist der Code aufgrund seiner geringen Größe, dem dadurch geringen Platzbedarf und der Lesbarkeit auch bei schlechten Verhältnissen.

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

### Laser Components vertreibt Produkte von Xenics

Laser Components vertreibt ab sofort Produkte von Xenics. Konkret hat das Unternehmen den europaweiten Vertrieb der Xlin-Zeilennarrays übernommen. Die Detektorserie Xlin ist neu im Portfolio von Xenics. Xlin sind Multiplex-InGaAs-Zeilennarrays für schnelle und hochauflösende Messungen. Die Arrays gibt es mit 1.024 oder 2.048 Pixeln und 12 µm Pitch, ihre Elementhöhe beträgt wahlweise 12,5 µm oder 250 µm. Ausgerüstet sind die Detektoren mit einstufiger Peltierkühlung; eine dreistufige Kühlung ist wahlweise erhältlich. Beim 1.024 Pixel Detektor ist eine Line Rate von 40 kHz möglich, beim 2.048 Pixel Detektor beträgt dieser Wert 10 kHz. Eingesetzt werden die linearen 1D- und 2D-InGaAs Zeilennarrays für spektroskopische Anwendungen und die Bildgebung.

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

### Faro akquiriert Cad Zone

Faro Technologies übernimmt den Softwareanbieter The Cad Zone. The Cad Zone arbeitet mit Punktwolke und wird die Laserscannertechnologie von Faro im Bereich Tatortdokumentation und anderen forensischen Anwendungen ergänzen. Die Übernahme von The Cad Zone erfolgt im Rahmen einer von Faro entwickelten, langfristigen Expansionsstrategie. Sie erweitert das Angebot der 3D-Dokumentation.

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

### Stemmer: Wachstum um 10 %

Stemmer Imaging hat seine Zahlen für das Geschäftsjahr 2013/2014 veröffentlicht. Mit den Hauptniederlassungen in Deutschland, Großbritannien, Frankreich, der Schweiz und in den Niederlanden erzielte das Unternehmen in diesem Zeitraum einen Umsatz von 63,4 Mio. € und lag damit mehr als 10 % über dem Vorjahresabschluss. Die Firmenzentrale in Deutschland steigerte ihr Vorjahresergebnis dabei um 10,2 % auf 39,2 Mio. €.

Bei den europäischen Niederlassungen konnten insbesondere Großbritannien und die Benelux-Organisation ein kräftiges lokales Umsatzwachstum von 15 bzw. 16,6 % zum Gesamtumsatz beisteuern. Die Umsätze der zum 1. Januar 2014 akquirierten Firma Parameter mit ihren Niederlassungen in Schweden, Dänemark, Finnland und Polen wurden noch nicht berücksichtigt.

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



### Mikrotron mit Forschungssiegel ausgezeichnet

Mikrotron wurde vom Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. mit dem Siegel „Innovativ durch Forschung“ für ihre besonderen Leistungen in Forschung und Entwicklung ausgezeichnet. Als einer der größten privaten Wissenschaftsförderer in Deutschland würdigt der Stifterverband damit forschende Unternehmen für ihre besondere Verantwortung, die sie für Staat und Gesellschaft übernehmen.

Der Stiftungsverband vereint rund 3.000 Mitglieder von Konzernen, mittelständischen Unternehmen, Unternehmensverbänden, Stiftungen und Privatpersonen. Die Gemeinschaftsinitiative der Wirtschaft engagiert sich für den akademischen Nachwuchs und die Förderung von Hochschulen und Spitzenforschung. Darüber hinaus untersucht er das deutsche Forschungs- und Innovationssystem und bewertet es.

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

### Neu im Vorstand des VDMA IBV

Der Vorstand von VDMA Industrielle Bildverarbeitung vergrößert sich um zwei europäische Mitglieder: Donato Montanari, Geschäftsführer der Geschäftseinheit Industrielle Bildverarbeitung bei Datalogic Automation srl in Monte San Pietro, Italien, und Lou Hermans, Chief Operating Officer bei CMOSIS bvba in Antwerpen, Belgien, verstärken per Wahl der Mitglieder ab sofort den Vorstand der VDMA Fachabteilung Industrielle Bildverarbeitung. Die Wahl wurde basierend auf dem Beschluss der letzten Mitgliederversammlung von VDMA Robotik + Automation durchgeführt, der mit Hinblick auf die weitere Europäisierung der Fachabteilung gefasst wurde.

Lou Hermans sagt anlässlich seiner Wahl: „Die Mitgliedschaft im VDMA war für CMOSIS ein lo-

gischer Schritt. Mit vielen Mitgliedern von VDMA Industrielle Bildverarbeitung arbeiten wir bereits eng zusammen. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit kann die Branche die technischen Innovationen beschleunigen, und VDMA Bildverarbeitung bietet hierfür eine hervorragende Plattform.“

Donato Montanari fügt hinzu: „Ich möchte mich bei VDMA Industrielle Bildverarbeitung und seinen Mitgliedern für die Chance bedanken, im Vorstand mitzuarbeiten. Als nicht-deutsches Mitglied ist mein erstes Ziel, die Anzahl der nicht-deutschen Mitglieder zu erhöhen. Ich bin überzeugt, dass europäische Firmen eine komplementäre und neue Perspektive für die Bildverarbeitungsindustrie haben und die Branche bereichern werden.“

[www.vdma.org](http://www.vdma.org)

### VDMA: Industrielle Bildverarbeitung mit starkem Wachstum

Laut einer aktuellen Marktbefragung des VDMA stieg der Umsatz in diesem Sektor 2013 mit fast 10 % stärker als anfangs erwartet. „Für 2014 gehen wir von einem weiteren Wachstum von 12 % aus. Dies sind sehr erfreuliche Nachrichten für unsere Branche“, erklärte Donato Montanari, Vorstandsmitglied der VDMA Industrielle Bildverarbeitung und Geschäftsführer der Geschäftseinheit Industrielle Bildverarbeitung bei Datalogic Automation, anlässlich einer Pressekonferenz in Reutlingen. Die europäischen Hersteller von Bildverarbeitung haben von der starken Nachfrage sowohl im industriellen als auch im nicht-industriellen Umfeld profitiert. Nicht-industrielle Anwendungen verzeichneten mit

19 % den größten Wachstumsprung und setzten damit auch 2013 den Trend der vergangenen Jahre fort.

Dabei ging der größte Impuls von den intelligenten Verkehrssystemen und der Medizintechnik aus. „Die Vielseitigkeit der Industriellen Bildverarbeitung bei Problemlösungen in allen Lebensbereichen wirkt als Wachstumstreiber. Ständig werden neue Anwendungen entwickelt und bringen eine starke Nachfrage mit sich“, sagte Montanari. „Der Löwenanteil unserer Branche wird jedoch immer noch in der Industrieproduktion generiert. Mit einem Anstieg von 6 % hat sich dieser Bereich 2013 ebenfalls dynamisch entwickelt.“

[www.vdma.org](http://www.vdma.org)







# inspIRierend



Die neue GoIdeye setzt neue Maßstäbe für SWIR-Kameras. Sie liefert erstklassige 14-Bit Bildqualität und eine Vielzahl an automatischen Bildkorrekturfunktionen. Die kompakte Bauweise, das GigE Vision Interface mit Power over Ethernet, umfangreiche I/O Steuerungsmöglichkeiten, vielseitige Befestigungsmöglichkeiten sowie leicht austauschbare Filter- und Objektivhalterungen ermöglichen eine vereinfachte Systemintegration. Kurzum: Die GoIdeye ist die flexibelste Infrarotkamera mit InGaAs-Sensor am Markt. Lassen Sie sich für Ihre Anwendung inspirieren unter [AlliedVisionTec.com/InspIRierend](http://AlliedVisionTec.com/InspIRierend)



SEEING IS BELIEVING

# Superschnell und zuverlässig

## 100 %-Kontrolle von Lebensmittelverpackungen mit 3D-Smart-Sensoren

Behälter für Lebensmittelprodukte unterliegen strengen Anforderungen bei der Prüfung der Maßgenauigkeit. So wird sichergestellt, dass die Lebensmittel vor einem vorzeitigen Verderb geschützt sind. Erfüllt die Lebensmittelverpackung nicht die Spezifikationen, kann dies sehr nachteilige Konsequenzen nach sich ziehen.

**R**ückrufaktionen können das Markenimage und das Konsumentenvertrauen erheblich schädigen und somit die Qualitätsstandards des Herstellers in ein schlechtes Licht rücken. Die letzte Rückrufaktion von Joghurtprodukten des nordamerikanischen Lebensmittelproduzenten Chobani ist ein anschauliches Beispiel hierfür. Kleine Abweichungen in der Oberflächenversiegelung der Becher führten zu Undichtigkeiten der Verpackung, was ein schwerwiegendes Gesundheitsrisiko darstellte und für Chobani beinahe in einer Katastrophe endete [1].

Rückrufaktionen, wie die von Chobani, sind kein Einzelfall und können jederzeit und überall vorkommen. Jedes Jahr gibt es weltweit bis zu 10 größere Rückrufaktionen, wobei der Großteil Lebensmittel- und Pharmamarken betrifft. Im Mai dieses Jahres rief die Kraft Foods Group viele ihrer Hüttenkäseprodukte aufgrund falscher Lagerung zurück [2]. Auch wenn nicht alle Rückrufaktionen auf schlechte Kontrollstandards bei der Qualitätskontrolle zurückzu-

führen sind, können Hersteller durch die Einführung korrekter Kontrolllösungen das Risiko jedoch mindern.

**Die Herausforderung: 100 %** Lebensmittelverpackungen, wie Joghurtbecher, müssen sehr ebene Oberflächen aufweisen, damit die Unversehrtheit der Dichtung gewahrt bleibt (Abb. 1). Um sicherzustellen, dass jeder Becher die Spezifikation für die Glattheit der Oberfläche einhält, ist es entscheidend, dass die Qualitätskontrolle zu 100 % ausgeführt wird. Stichprobenuntersuchungen, wie sie in der Vergangenheit durchgeführt wurden, sind kostspielig und garantieren dabei nicht, dass jede einzelne Verpackung exakt den Anforderungen entspricht. Der Grund für diese Vorgehensweise war die hohe Komplexität bei der Umsetzung einer vollständig automatisierten Kontrolle für diesen Anwendungsfall. Die Produktions- und

Datenerfassungsrate ist sehr hoch, wie beispielsweise beim Erkennen kleiner Defekte bei 600 Bechern pro Minute.

Auf der Suche nach einer besseren Lösung wandte sich ein führender Hersteller von Joghurtbechern an Industrial Control of Zeeland, dem US-amerikanischen Systemintegrationspartner von LMI Technologies. LMI mit Sitz im kanadischen British Columbia entwickelt und baut 3D-Scan- und Kontrolllösungen ab der Chip-Ebene. Die ersten Tests wurden mit Hilfe von 2D-Bildverarbeitungssystemen durchgeführt, die auf einer realen Produktionsstraße installiert waren. Die Datenraten der 2D-Systeme waren nicht zufriedenstellend für die Erkennung kleiner Defekte bei hohen Produktionsvolumen. In diesem Fall befanden sich die Becher in einem kontinuierlichen Bewegungsablauf und drehten sich in weniger als 35 ms.

Auf der weiteren Suche nach einer Lösung installierte Industrial Control einen 3D-Smart-Sensor im Bedruckungssystem gleich nach der Lichthärtung (Abb. 2). Mit einem Auflösungsvermögen im Bereich von 10 µm produzierte der Sensor präzise Ergebnisse, sodass kleine Defekte im gesamten Dichtbereich entdeckt werden konnten. Der laserbasierte optische Aufbau des Sensors garantierte zudem, dass das zur Härtung verwendete intensive UV-Licht keinen Einfluss auf die Messdaten hatte.



► Abb. 1: Beispiel einer ebenen (guten) Becheroberfläche (l.) und einer eingezogenen (schlechten) Becheroberfläche (r.)



Abb. 2: In der Drucklinie installierter Gocator 3D-Smart-Sensor

Die kompakte Sensorgröße ermöglichte darüber hinaus eine problemlose Installation, wodurch die Anlage innerhalb weniger Stunden einsatzbereit war. Ein 48-stündiger Test bei kontinuierlicher Fertigung führte zu guten Ergebnissen. Aufgrund der erfolgreichen ersten Demonstration ergab ein weiterer vierwöchiger Test in der Produktion, dass die Einführung eines 3D-Smart-Sensors die richtige Entscheidung war, um eine automatische 100 %-Kontrolle zu gewährleisten.

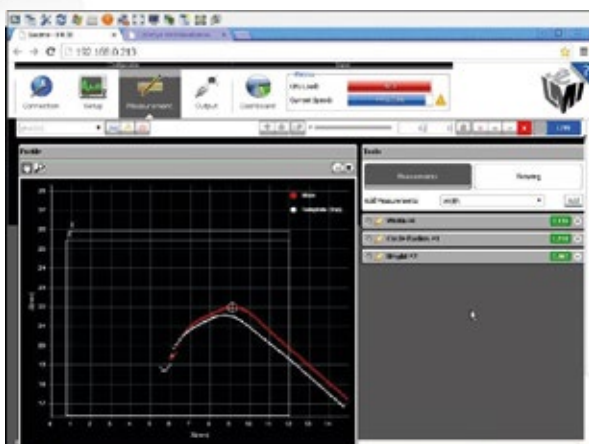


Abb. 3: Browser-Fenster für das Setup des 3D-Smart-Sensors

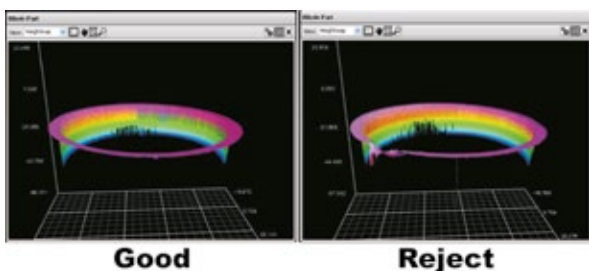


Abb. 4: Mit dem 3D-Smart-Sensor erzeugte 3D-Profile eines als gut eingestuftes (l.) und eines als schlecht eingestuftes (r.) Bechers

### Der Sensor

3D-Smart-Sensoren sind ausgelegt als all-in-one Kontrolllösungen für Anwendungen in der Prozessautomatisierung und -kontrolle. Diese werkskalibrierten Sensoren sind mit allen optischen Komponenten ausgestattet (Laser, Optik, Kamera, Elektronik usw.), die fest in einem kompakten, aber leichten IP67-zertifizierten Gehäuse eingebaut sind. Dazu befinden sich die gesamte Hard- und Software zur Bildaufnahme und -analyse im Inneren des Sensorgehäuses, wodurch keine externe Hard- und Software notwendig ist. Obwohl die 3D-Abtastung häufig als komplex zu konfigurieren und integrieren gilt, sind die neuesten Entwicklungen sogar für Anwender mit wenig Erfahrung in der Lasertechnik einfach zu implementieren.

Um das Setup und die Implementierung einfach zu halten, sind die all-in-one 3D-Smart-Sensoren mit einem integrierten Webserver ausgestattet, der mit den geläufigen Internetbrowsern verbunden werden kann und mehrere Sprachen unterstützt (Abb. 3). Die Sensoren können von jedem Computer aus konfiguriert und integriert werden, unabhängig vom Betriebssystem. Es ist keine zusätzliche Soft- oder Hardware notwendig. Sobald die Installation abgeschlossen ist, kann das System vom PC getrennt werden und die Messungen laufen automatisch weiter.

Ein weiteres Vorteil, der die Implementierung vereinfacht, ist ein umfassendes Set von integrierten Messfunktionen, die Werte wie Länge, Breite, Höhe, Nutposition usw. berechnen. Jede Messfunktion enthält eine Entscheidungsfunktion, mit der der Anwender eine Unter- und Obergrenze einstellen kann, um Pass-/Fail-Entscheidungen zu generieren. Die integrierten Messfunktionen machen die Entwicklung von spezifischen Softwareapplikationen überflüssig. Bei dieser Applikation wird ein einzelner Sensorausgang zur Aktivierung eines Auswurfmechanismus verwendet, um nicht-konforme Becher zu entfernen.

Nate Hinkle, Vertriebsingenieur bei Industrial Control und Verantwortlicher für den Demonstrationsaufbau, meint: „Die Installation und Programmierung des Gocator Sensors war einfach und problemlos zu implementieren.“

### Die Lösung

Der Schlüssel für die gewünschten Hochgeschwindigkeits-Kontrollergebnisse lag in der Fähigkeit, den aktiven Bereich des Sensors zu reduzieren und die Abtastrate zu erhöhen. Hierbei erhöhte die Verkleinerung des aktiven Bereichs auf 10 x

10 mm die Abtastrate für das Vollfeld von ca. 170 Hz auf 2.500 Hz. Somit waren bis zu 130 Profilproben pro Becherrotation gewährleistet – mehr als genug, um kleine Defekte zu lokalisieren. Obwohl diese Scan-Methode ein 3D-Bild des Bechers erzeugt, wird in diesem Fall jedes einzelne Profil aufgenommen und analysiert (Abb. 4).



Abb. 5: 3D-Smart-Sensor Gocator 2300

Basierend auf den erfolgreichen ersten Tests wurden die 3D-Sensoren von LMI bei mehreren Produktionseinrichtungen in verschiedenen Ländern installiert, wobei viele rund um die Uhr in Betrieb sind. Die kompakte Größe und die einfache Installation machen das System ideal für eine Nachrüstung bei bestehenden Druckstraßen.

Auch wenn eine 100 %ige Qualitätskontrolle generell als Herausforderung angesehen wird, ist sie für Lebensmittelverpackungsanlagen absolut entscheidend, um die höchsten Standards einzuhalten. Dank modernster Entwicklungen bei der 3D-Abtastung und Kontrolltechnologie können Sensoren inzwischen dazu beitragen, die Probleme einer 100 %igen Kontrolle der Lebensmittelverpackungen bei Hochgeschwindigkeits-Produktionseinrichtungen zu lösen. Durch die automatisierte Kontrolle und Aussortierung entfallen die Kosten für eine manuelle Kontrolle und man erhält absolute Sicherheit, dass jeder produzierte Becher den Kundenanforderungen gerecht wird und die Produktqualität deutlich verbessert.

### Quellen

- [1] [www.foodsafetynews.com/2014/07/chobani-yogurt-contained-fungal-pathogen/#.U\\_YY\\_bxdUeS](http://www.foodsafetynews.com/2014/07/chobani-yogurt-contained-fungal-pathogen/#.U_YY_bxdUeS)
- [2] [www.nbcnews.com/health/health-news/kraft-recalls-1-2-million-cases-cottage-cheese-n108101](http://www.nbcnews.com/health/health-news/kraft-recalls-1-2-million-cases-cottage-cheese-n108101)

**Autor**  
Chi Ho Ng, Product Group Manager

### Kontakt

LMI Technologies Inc., Delta, British Columbia, Kanada  
Tel.: +1 604 636 1011  
[www.lmi3d.com/](http://www.lmi3d.com/)

Industrial Control  
[www.industrialcontrol.com/](http://www.industrialcontrol.com/)

# Im Markt

Das Managerinterview

## Zuhause im Machine-Vision- Markt

**Mit Thomas Feichtner,  
Leiter des Bereiches Industrielle  
Bildverarbeitung bei Ricoh Imaging  
Deutschland, sprach inspect über  
die anspruchsvolle Aufgabe, moder-  
ne und leistungsfähige Produkte  
unter einem neuen Markennamen im  
Machine-Vision-Markt zu platzieren.**



2013 wurde aus Pentax Ricoh die Marke Ricoh. Zuvor wechselte der Name mehrmals. Heute steht der Markennamen Ricoh für leistungsfähige Bildverarbeitungsprodukte und hochwertige optische Erzeugnisse in einem breiten Produktportfolio für Anwendungen in der Industrie.

**inspect:** Die Positionierung einer Marke in einem so dynamischen Markt wie dem der Bildverarbeitung ist eine Herausforderung. Wie sieht hier die Strategie von Ricoh aus?

**T. Feichtner:** Die Firma Ricoh beschäftigt sich bereits seit 1938 mitameratechnik und hat insofern bereits einen international mit hochwertigen Produkten assoziierten Namen. Durch die Verbindung von Ricoh und zuletzt Pentax erweitert Ricoh sein Portfolio um Produkte, die im Bildverarbeitungsmarkt bereits gut etabliert sind. Also ist die größte Herausforderung für uns zunächst nicht die Positionierung der

Produkte, sondern die Erklärung des Namenswechsels. Die Marke „Pentax“ hatte in der Bildverarbeitung einen festen Platz im Bereich Optik. Jetzt kommt es darauf an, zu erklären und zu zeigen, dass sich mit „Ricoh“ außer dem Namen nichts weiter geändert hat. Weder die Produkte für die Bildverarbeitung noch die verantwortlichen Personen bei Ricoh – ob in der Entwicklung, im Vertrieb, in der Fertigung oder in der Administration

**inspect:** Wie wird sich die Firma Ricoh für die Zukunft ausrichten, um dieser Herausforderung Rechnung zu tragen?

**T. Feichtner:** Die Firma Ricoh hatte schon vor der Übernahme von Pentax mit dem Thema Automatisierung geliebäugelt. Die Zusammenführung des Know-hows beider Firmen unter der Marke Ricoh wird sich langfristig sehr positiv auf die Produkte und auf unsere kundenspezifischen Angebote auswirken. Erste Resultate des vereinten Know-hows kann man bereits sehen: Unser Produktspektrum wurde sowohl um eine ganze Reihe von professionellen und enorm leistungsfähigen Kameras als auch um Spezial-Kamerasysteme erweitert.

**inspect:** Das unter dem Dach der Marke Ricoh zusammengefasste Produktportfolio ist umfangreich. Wie differenziert sich das Angebot, sofern es um industrielle und industriennahe Anwendungen geht?

**T. Feichtner:** Im Segment Standard-Kameras haben wir für die Industrielle Bildverarbeitung drei verschiedene Modellreihen im Programm, die sich im Wesentlichen in der Auflösung bzw. in der Bildfrequenz unterscheiden. Da sind als erstes unsere VGA-Kameras zu nennen, die mit 90 Bildern pro Sekunde für High-Speed Aufnahmen eingesetzt werden. Unsere 2 Megapixel-Modelle stehen für die überaus leistungsfähige Kombination aus Auflösung und Bildfrequenz im mittleren Preissegment. Sowohl VGA- als auch die 2 Megapixel-Kameras gibt es mit Camera-Link- wie auch mit GigE-Vision-Schnittstelle. Zudem haben wir noch eine 5 Megapixel-Kamera im Sortiment, die über eine Camera-Link-Schnittstelle verfügt. Ganz neu im Programm sind Spezialkameras mit erweiterter Schärfentiefe. Die Kamera und das jeweilige Objektiv sind aufeinander optimal abgestimmt und kommen als System zusammen auf den Markt. Durch das Know-how, das Pentax im optischen

Design mit zu Ricoh gebracht hat, und der Erfahrung von Ricoh aus der Automatisierungstechnik haben wir ein Kamerasystem entwickelt, das bei gleichem Abstand, gleicher Blendenstellung und Brennweite eine um ca. dreimal größere Tiefenschärfe erreicht als herkömmliche Systeme. Für jede Kameraklasse, VGA, 2 Megapixel und 5 Megapixel, haben wir eine breite Palette von Industrie-Optiken im Programm. Dazu gibt es noch Spezialobjektive, z. B. für Zeilenkameras und UV-Kamera, manuelle Zoomobjektive mit Fixierschrauben oder dreimotorische Zoomobjektive, sowie ein breites Zubehörsortiment, das besonders für Nahaufnahmen fast jeden Anwendungsbereich abdeckt.

„Die Zusammenführung des Know-hows beider Firmen unter der Marke Ricoh wird sich langfristig sehr positiv auf die Produkte und auf unsere kundenspezifischen Angebote auswirken.“

**inspect:** Wie sehen die typischen Anforderungen aus, mit denen die Anwender des jeweiligen Segments an Sie herantreten?

**T. Feichtner:** In der Bildverarbeitung werden zunehmend stark spezialisierte Lösungen gefragt, denen wir zeitnah nachkommen. Sind für einige Kunden VGA-Objektive ohne Zusatz völlig ausreichend, hatten wir beispielsweise für bestimmte Anwendungen die Objektive mit Fixierschrauben für Fokus und Blende ergänzt. Da sich dies als sinnvolle Ergänzung für alle Kunden erwiesen hat, gibt es heute kaum noch ein Bildverarbeitungs-Objektiv von Ricoh ohne Fixierschrauben. In den letzten Jahren kam zudem der Wunsch nach deutlich höherer Auflösung dazu. Heute sind 2 Megapixel quasi der Standard und 5 Megapixel werden immer häufiger nachgefragt. Wir sind sicher, dass der Markt immer höhere Auflösungen benötigen wird, wenn auch nicht für jede Anwendung. Das gleiche sehen wir auch im Bereichameratechnik. Hier geht es aber nicht nur in Richtung höherer Auflösung, hier werden Lösungen gesucht, die dem Anwender helfen, Zeit und Kosten zu sparen.

**inspect:** Könnte man so etwas wie ein High End und ein Lower End der Anforderungsskala definieren, sofern es die von Ricoh angebotenen Lösungen betrifft, und was ist Ihr Favorit für das High End?

**T. Feichtner:** Sicher könnte man High End und Lower End über die Auflösung oder über den Preis definieren. In der industriellen Bildverarbeitung wird aber eher die optimale Lösung für eine bestimmte Anforderung gesucht. So ist ein 2- oder 5-Megapixelobjektiv vielleicht für eine VGA-Anforderung technisch geeignet, letztlich aber unnötig präzise und durch den höheren Preis unwirt-

schaftlich. Das ist auch einer der Gründe, warum wir auch heute noch unsere seit vielen Jahren bewährten VGA-Objektive im Programm haben. Wir sehen aber auch, dass sich der jeweils aktuelle Standard über die Jahre schon in Richtung Spezialisierung bewegt. In diese Richtung gehen wir mit dem zuvor genannten Extended Depth of Field Kamera-System. Das EDoF-System kann mit nur einer Kamera und einem Objektiv scharfe Bilder erzeugen, wo bisher mit mehreren Kameras oder mit Refokussierung gearbeitet werden musste. Jede Kamera ist mit einer eigenen Firmware ausgestattet, die speziell für das verwendete Objektiv angepasst ist. In diesem System bilden Kamera und Objektiv eine Einheit.

**inspect:** Das unter der Marke Ricoh gebündelte Know-how wird sich gewiss auch auf die Produktentwicklung auswirken. Was können die Anwender diesbezüglich zukünftig von Ricoh erwarten?

**T. Feichtner:** Zuerst wollen wir unsere Objektivpalette erweitern. Hier folgen wir dem Trend zu immer größeren Sensoren und werden bald eine Serie von 1“-Objektiven vorstellen. Im Bereich Kameras wird es weiter in Richtung Messtechnik gehen. Näheres dazu kann ich jetzt aber noch nicht sagen.

**inspect:** Vision-Technologie begegnet uns auch außerhalb der professionellen Anwendungen. Hier entstehen massenhaft einfache Lösungen basierend auf Web-Cams, Smartphones oder Tablets, die möglicherweise auch im industriellen Umfeld funktionieren könnten. Wie schätzen Sie diese Entwicklung ein?

**T. Feichtner:** Unsere Experten beobachten diese Entwicklungen sehr genau und berücksichtigen diese Trends auch in der eigenen Entwicklung und Zukunftsstrategie. Wir sehen im privaten Bereich, dass es immer höhere Auflösungen sowie schärfere Bilder auch bei hohen Vergrößerungen gibt, und das bei weiter fortschreitender Miniaturisierung der Objektiv- und Kameratechnik. Dem stehen noch die in der Industrie geforderte Robustheit und Sicherheit gegenüber, aber es wird in diese Richtung gehen, wenn nicht heute, dann aber gewiss morgen.

### Kontakt

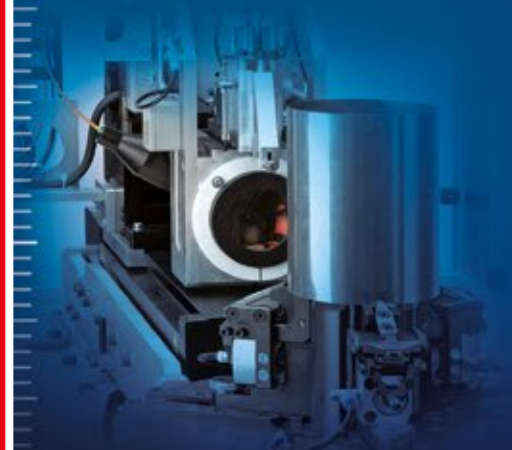
Ricoh Imaging Deutschland GmbH, Hamburg  
Tel.: +49 40 53201 3344  
[www.ricoh-mv-security.eu](http://www.ricoh-mv-security.eu)



## HÖCHSTE PRÄZISION MIT WEISSLICHT

Modernste konfokale Weg-, Abstands- & Dickensensoren mit weltweit schnellstem Controller

- 70 kHz Xenon / 10 kHz LED
- EtherCAT, Ethernet, RS422 und analog
- Standardsensoren  $\varnothing$  27 mm, auch für einseitige Dickenmessung
- Weltweit kleinste Miniatursensoren ( $\varnothing$  4 mm) mit axialem oder radialem Strahlengang, ideal für Bohrungen und Vertiefungen



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

MICRO-EPSILON Messtechnik | 94496 Ortenburg  
Tel. 0 85 42/168-0 | [info@micro-epsilon.de](mailto:info@micro-epsilon.de)

# Vision-Systeme für jeden Anspruch

Von der Smart-Kamera bis zum High-End Bildverarbeitungsrechner

Die Branchen und Anwendungen, in denen Bildverarbeitung heute zum Einsatz kommt, sind äußerst vielfältig. Dies spiegelt sich auch in der Bandbreite der verfügbaren Bildverarbeitungssysteme wider. Der Anwender steht hier vor der Herausforderung, vom einfachen optischen Sensor mit sehr eingeschränktem Funktionsbereich bis hin zum flexiblen High-End-System die optimale Lösung aus einem großen Angebot am Markt auszuwählen.

**D**ie Vielzahl der verfügbaren Bildverarbeitungssysteme lässt sich in verschiedene Klassen einteilen, deren Definition allerdings von keiner offiziellen Stelle festgeschrieben ist. Eine allgemeingültige Abgrenzung z. B. zwischen Vision-Sensor und Smart-Kamera fällt schwer, wie bereits in der inspect 3/2014 (Seite 20: „Yin-Yang als Multitalent“) erläutert wurde. Bezogen auf den Funktionsumfang oberhalb der dort beschriebenen Vision-Sensoren lassen sich Bildverarbeitungs-

systeme jedoch grob in drei Klassen gliedern:

- Intelligente Kameras (Smart-Kameras);
- Kompakte Bildverarbeitungssysteme;
- Industrie-PC-Systeme.

Meist sind Bildverarbeitungsapplikationen mit unterschiedlichen Systemansätzen lösbar. Wichtig ist dabei jedoch immer, alle Anforderungen bezüglich Leistung, Genauigkeit, Skalierbarkeit, Kommunikationsschnittstellen und Bedienung sorgfältig zu analysieren und auch die finanziellen und technischen Aufwendungen in Betracht zu ziehen, um das technisch und wirtschaftlich optimale System für die jeweilige Aufgabenstellung auszuwählen.

## **Intelligente Kameras: Auge und Hirn in einem**

Intelligente Kameras, häufig auch als Smart-Kameras bezeichnet, sind eine elegante Lösung, bei der Sensor, Prozessor und I/O in einem einzigen, kompakten Gehäuse untergebracht sind, das oft nicht größer als eine Standard-Industriekamera ist. Diese Produkte existieren in 2D- und 3D-Ausführungen und verfügen über einfache, intuitiv bedienbare Benutzeroberflächen, die in kurzer Zeit erlernt werden können. Für die Einrichtung der Prüfaufgaben ist in der Regel ein separater Rechner erforderlich, der über die Netzwerkschnittstelle mit der intelligenten

Kamera verbunden wird. Zur Laufzeit ist die Verbindung zu diesem Rechner dann jedoch nicht mehr erforderlich. Als Zubehör für intelligente Kameras stehen oft zusätzliche Erweiterungen wie Module zur Bildanzeige oder spezielle Schnittstellenmodule zur Verfügung.

Es ist im Normalfall möglich, mehrere intelligente Kameras in einer Applikation zu verwenden und damit auch komplexe Bildverarbeitungslösungen zu realisieren. Der wesentliche Vorteil intelligenter Kameras besteht jedoch in der kompakten, hoch integrierten Bauform und der einfachen Kommunikation der Ergebnisse. Eingesetzt werden diese Produkte daher vor allem in Applikationen, bei denen alle Ergebnisse aus einem Kamerabild mit geringem Rechenaufwand extrahiert und direkt an die Anlage übertragen werden können. Als typische Beispiele für Produkte aus dieser Kategorie sind z. B. die intelligenten 2D-Kameras der In-Sight-Serie von Cognex, die Boa-Modelle von Teledyne Dalsa sowie die intelligenten 3D-Sensoren Gocator von LMI Technologies zu nennen.

**Die Mittelklasse: Kompakt und Embedded**  
Aktuelle Kompakt- und Embedded-PC-Systeme für die Bildverarbeitung basieren auf moderner PC-Technologie und vereinen den Prozessor, die industriellen Kommunikati-



**Intelligente 2D-Kamera:** Hier ein Modell der In-Sight-Familie von Cognex

onschnittstellen und die Anschlussmöglichkeit für eine oder mehrere Kameras in einem robusten, kompakten Industriegehäuse. Die industriellen Gehäuse dieser Geräte verfügen meist über eine optimierte Wärmeableitung und können daher schnelle Prozessoren nutzen, die eine beachtliche Rechenleistung erzielen und den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Kameras ermöglichen.

Auch Kompaktsysteme bieten in der Regel komfortable grafische Benutzeroberflächen, die direkt über Tastatur und Maus bedient werden können und sowohl das Live-Bild als auch die Ergebnisse auf dem angeschlossenen Monitor darstellen. Bekannte Vertreter dieser Kategorie sind die Industrierechner der Geva- und der Vision-Appliances-Serien von Teledyne Dalsa, die EOS- und Matrix-Rechner von Adlink sowie die kompakten Rechnersysteme der CVS Image Station Serie von Stemmer Imaging.

### Industrie-PC Systeme: Die Flexiblen

Klassische Bildverarbeitungssysteme sind üblicherweise als Industrie-PCs in robusten 19"-Gehäusen aufgebaut. Ihre offene Busarchitektur ermöglicht die Zusammenstellung maßgeschneiderter Systeme für den oberen Leistungsbereich. Bei der Bedienersoftware ist ebenfalls die volle Bandbreite verfügbar, von der komfortablen grafischen Benutzeroberfläche bis hin zur Programmierbibliothek, mit der eigene Applikationen flexibel erstellt werden können.

Der Lösungsansatz mit PC-basierten Systemen bietet dem Anwender ein Höchstmaß an Flexibilität. Allerdings sollte darauf geachtet werden, bei der Auswahl des Industrie-PCs und der Software auf geeignete Systeme zurückzugreifen: Die Auflösungen und Bildraten aktueller Industriekameras nehmen laufend zu und erzeugen somit sehr hohe Datenraten. Anspruchsvolle Softwarelösungen erfordern zudem hohe Rechenleistungen und eine optimale Kompatibilität der Komponenten. Nur ein leistungsmäßig perfekt an die jeweilige Aufgabenstellung angepasster Rechner wird daher den gestellten Anforderungen komplett gerecht werden.



**Die intelligenten 3D-Sensoren der Gocator-Serie von LMI Technologies eignen sich für berührungslose 3D-Inspektionsaufgaben.**

Der vermutlich immer noch größte Teil aller heute eingesetzten Bildverarbeitungssysteme arbeitet auf Basis von Industrie-PCs. Anwender dieser Gattung profitieren neben der genannten Flexibilität auch ganz wesentlich davon, dass die Leistungssteigerungen der Prozessor- und PC-Technik ständig in diese Systeme einfließen und zudem die Preise in diesem Bereich sinken. Außerdem stehen Weiterentwicklungen z. B. bei den Schnittstellen in PC-Systemen meist schneller zur Verfügung als in Kompaktrechnern. Nach oben sind der Leistungsfähigkeit solcher Systeme nahezu keine Grenzen gesetzt, denn mit heutigen PC-Systemen lassen sich auch Bildverarbeitungs-Sonderlösungen wie z. B. automatisch hochlaufende Embedded-Systeme, Multikamera-Systeme oder komplette 19"-Systemschränke aufbauen, die genau den Bedürfnissen der vorliegenden Anwendung angepasst sind.

### High-End Bildverarbeitung

Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren einige neue Methoden entwickelt, um die Verarbeitungsgeschwindigkeiten in der Bildverarbeitung noch weiter zu steigern.



**Ein speziell nach Kundenvorgaben auf Basis von Bildverarbeitungs-Komponenten entwickeltes High-End-/Multi-Kamerasystem für den Einsatz im Freien**



**Beispiel eines kompakten Rechnersystems für die Bildverarbeitung: Die Geva-Serie von Teledyne Dalsa**

Hierzu zählt u.a. die sog. GPU-Bildverarbeitung, bei der Teile der Verarbeitung auf die Grafikkarte (Graphical Processing Unit, GPU) des PC-Systems ausgelagert werden, was die Bildverarbeitungsgeschwindigkeit bei korrekter Auslegung deutlich erhöht.

Als weitere Methoden der Geschwindigkeitssteigerung in der Bildverarbeitung sind die Verteilung der Rechenaufgaben auf mehrere Dual- und Quad-Prozessoren oder auch der Einsatz von spezialisierten FPGAs zu erwähnen. Jede dieser Technologien muss natürlich auch von der eingesetzten Software unterstützt werden. Für diesen High-End-Bereich der Bildverarbeitung gilt noch mehr als für die zuvor genannten Kategorien: Nur mit entsprechender Expertise können solche Systeme optimal für die jeweiligen Anforderungen ausgelegt werden.

### Fazit

Industrie-PCs sind und bleiben wohl auch noch für einige Zeit die am häufigsten eingesetzte Plattform für Bildverarbeitungs-Systeme. Intelligente Kameras und Kompakt-PCs verfügen zwar nicht über die Flexibilität und Leistungsfähigkeit PC-gestützter Systeme, doch in vielen Einsatzfällen reicht ihre Funktionalität aus, um die gestellte Aufgabe zu erfüllen.

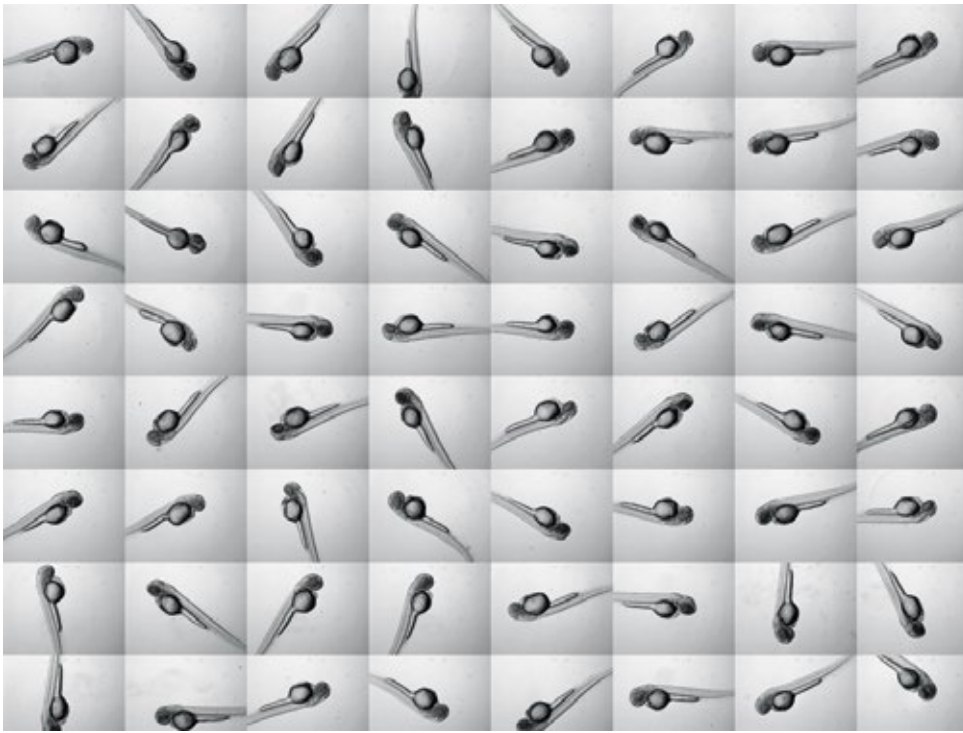
Die Auswahl des technisch und wirtschaftlich optimalen Bildverarbeitungssystems für die jeweilige Aufgabenstellung ist aufgrund der Vielzahl der am Markt verfügbaren Produkte und Technologien nicht einfach. Unabhängige Technologieanbieter wie Stemmer Imaging verfügen über ein breites Spektrum an Bildverarbeitungs-komponenten für alle Anforderungen und das notwendige Know-how, das bis hin zum High-End-System alle Niveaus abdeckt. Auf dieser Basis werden Bildverarbeitungsanwender zuverlässig bei der Zusammenstellung der bestmöglichen Lösung unterstützt.

### Autor

**Dipl.-Ing. Peter Stiefenhöfer**, Leiter Marketing und Öffentlichkeitsarbeit

### Kontakt

Stemmer Imaging GmbH, Puchheim  
Tel.: +49 89 809020  
info@stemmer-imaging.de  
www.stemmer-imaging.de



Mikroskopische Untersuchungen mit dem Zebrafisch als Modellsystem

# Gelungene Experimente

## IPCs für die Bildverarbeitung helfen in der Life-Science-Forschung

Forschung in der modernen Biomedizin ist aufwendig, komplex – insbesondere bei der experimentellen Forschung, bei der große Datenmengen anfallen. Um solche biomedizinische Fragestellungen zu erforschen, sind aufwendig angelegte Screening-Experimente notwendig.

**D**as Karlsruher Unternehmen Acquirer ist Spezialist bei der Entwicklung solcher Plattformen. Herzstück dieser Systeme bilden dabei speziell für den Imaging-Bereich entwickelte Industrie PCs von Pyramid.

Bei der Erforschung weit verbreiteter Krankheiten, wie Krebs oder Alzheimer, wird eine sehr hohe Probenanzahl mit vollautomatisierten Mikroskopen untersucht. Jedoch verfügt kaum ein Labor über die komplette Ausstattung und Ressourcen an interdisziplinären Mitarbeitern, die dafür notwendig sind. Life Science Big-Data-Plattformen ermöglichen die Zusammenarbeit sowie Vernetzung unterschiedlicher Disziplinen und bündeln die dafür erforderlichen Mittel. Hierzu gehören robotergestützte Laborautomation, intelligente Mikroskope, automatische Bildauswertung und ein sicherer Datenaustausch. Die für die Life-Science-Forschung entwickelte High Content Screening-Plattform berücksichtigt diese Anwendungen und umfasst den gesamten Lifecycle-Prozess:

von der ersten Datengewinnung bis hin zur Publikation der Ergebnisse. Das System besteht aus einem modularen Komponentensystem, das genau auf seine wissenschaftliche Fragestellung und den zu verwendenden Modellorganismus abgestimmt ist.

### Big data – Datenverarbeitung in Echtzeit

Eine wesentliche Komponente für den Transfer, die Speicherung sowie die Verarbeitung von großen Bilddaten bilden dabei die benötigten hochperformanten Industrie-PCs. Deshalb stellte Acquirer bei der Entwicklung des Systems Ansprüche an die einzusetzende Hardware und deren Performance. Wesentliche Anforderungen für diese Komplettlösung waren ein schneller Speicher, eine hohe Rechen- und Graphikleistung sowie eine hohe Netzwerkleistung in einem langzeitverfügbaren System. Die Plattform sollte zudem modular aufgebaut und in einem Gehäuse untergebracht sowie leise im Betrieb sein. Letztlich musste die Hardware auch eine kontrollierte Revisionsicherheit bieten. Um



Modulare Power für Life Sciences: Die Big Data Logistic von Acquirer

die Investition in die hochwertige Lösung zukunftssicher zu machen, wurden Optionen für einfache Anpassungen eingebaut. Soll beispielsweise die Netzwerk-Anbindung von Kupfer auf Glasfaser geändert werden, so kann dies ohne jedes Werkzeug durch Einschub eines entsprechenden ELX (Easy LAN eXchange)-Moduls erfolgen. Praktischerweise befindet sich auf der Vorder- und Rückseite je ein Slot hierzu. Als Hardware- und Logistikpartner liefert Pyramid das komplette Rack und alle erforderlichen Komponenten an die Kunden von Acquirer.



### Lösungen „Made in Germany“

Die flexible Systemlösung von Pyramid erfüllte genau dem Anforderungsprofil von Acquirer. Neben den technischen Voraussetzungen kann die Lösung, je nach Applikationen, flexibel angepasst werden. Dabei lieferte der Freiburger Systemanbieter das komplette System „Turn Key Ready“ aus einer Hand und kümmerte sich im Vorfeld auch um die nötigen Produkt Zertifizierungen. Da viele derartige Speziallösungen weltweit Einsatz finden, ist ein globaler Service und Support sowie die langfristige Verfügbarkeit der Gesamtlösung Grundvoraussetzung. „Pyramid war in der Lage, uns eine modulare Speziallösung für den Imaging-Bereich auch in kleinen Stückzahlen zu liefern“, erklärt Dr. Urban Liebel von Acquirer. „Uns überzeugten zudem die flexible Herangehensweise, die kompetente Beratung im Vorfeld und im Laufe des Projektes sowie das weltweite Service- und Partnernetzwerk.“ Die besondere Herausforderung bestand darin, die Vorteile mehrerer Systeme in einen modularen Baukasten zu integrieren und dies auch noch in extrem leisen Gehäusen. Dieser Baukasten ermöglicht es nun, Projekte nahtlos zu skalieren und sich kommenden Bildverarbeitungsherausforderungen anzupassen.

Moderne Bildverarbeitung profitiert immer von abgestimmter Hardware auf verteilte Bildverarbeitungsroutinen, was durch die gemeinsame Entwicklung beider Unternehmen nun ermöglicht wird.

### High-Content-Screening in der Praxis

Schwerpunkt-Applikationen sind mikroskopische Untersuchungen mit dem Zebrafisch als Modellsystem. Dieser eignet sich für biomedizinische Fragestellungen, da seine Physiologie und die genetischen Information eine hohe Ähnlichkeit zu der des Menschen aufweisen. Hierbei agieren die Screening Mikroskope als „intelligente Automatisierungswerkzeuge“, die interessante Strukturen, wie z. B. Farbveränderungen, selbständig erkennen und sichtbar machen können. Die Lösung der Freiburger IT-Spezialisten sorgt im Anschluss für Transfer, Speicherung und Verarbeitung der riesigen Bilddatensätze. Diese benötigten 3D-Datensätze werden so schnell erfasst, verarbeitet und in einem cloud-basierten Portal in Echtzeit für beteiligte Wissenschaftler dokumentiert und bereitgestellt. Aus dieser Vernetzung von Laboren resultiert eine enorme Zeit und Kostenersparnis; auch weil die Labore Zugriff auf Teil- und Zwischenergebnisse in Echtzeit haben. „Die

Lösung hat sich bei den Testlaboren bislang ausgezeichnet bewährt, sodass wir kurz vor der Markteinführung stehen“, erklärt Liebel.

### Zukünftige Entwicklungen

Da die Qualität der Detektoren und das dazugehörige Datenvolumen im Life-Science-Bereich exponentiell zunehmen, plant Acquirer, die High-Content-Screening-Plattformen weiter auszubauen. Der komplett modulare Aufbau der Lösung ermöglicht Erweiterungen des Netzwerks, Speichers- sowie CPU-Leistung in der Zukunft. „Vorgesehen ist zudem eine kleinere Version der Plattform, die weniger wiegt und einen kleineren Formfaktor hat“, erläutert Liebel. Die besondere Herausforderung liege auch in Zukunft darin, High-End-IT-Komponenten dem Life-Science-Anwender, Wissenschaftler oder Arzt zugänglich zu machen. Pyramid sei der kompetente Partner, mit dem auch zukünftige Entwicklungen vorangetrieben werden sollen.

### Kontakt

Pyramid Computer GmbH, Freiburg  
Tel.: +49 761 4514 720  
info@pyramid.de  
www.pyramid.de

# SPEED RACER



### Mit High Speed ans Ziel.

Die mvBlueCOUGAR-XD ist der ultimative Rennwagen unter den mvKameras, deren Hochleistungsbauteile kompakt und sicher ins kleine, robuste Monocoque integriert sind. Der eingebaute Bildspeicher und die zwei GigE Schnittstel-

len ermöglichen richtig Speed von bis zu 270 fps. Mit außergewöhnlicher Serienausstattung und großer CCD und CMOS Sensorauswahl bis 12 MPix qualifiziert sich die „XD“ für eine Vielzahl unterschiedlicher Herausforderungen. **Features für den perfekten Start: [www.mv-speed-racer.de](http://www.mv-speed-racer.de)**

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



# Um Wellenlängen voraus

Der richtige Einsatz von Licht und Optik



Das Ziel der industriellen Bildverarbeitung ist die bildliche Darstellung bestimmter Sachverhalte und deren Auswertung und Deutung. Hierbei ist eine gute Bildqualität wichtig, damit eine Erkennung der relevanten Details und eine Auswertung der Bilder problemlos möglich sind.

**F**ür den zuverlässigen Einsatz der industriellen Bildverarbeitung ist die Auswahl der entsprechenden Komponenten, allen voran der richtigen Optik, entscheidend. Zudem ist es wichtig, auch die in der Anwendung eingesetzte Beleuchtung und deren Wellenlänge zu beachten, da diese aufgrund von entsprechender Transmission und Dispersion einen hohen Einfluss auf die Gesamtleistung des Systems haben. Wie beeinflussen Beleuchtung und Optik das Gesamtsystem?

## Das optische Spektrum

Das mit unseren Augen sichtbare Licht ist nur ein kleiner Teil des gesamten Spektrums elektromagnetischer Wellen. Das sichtbare Spektrum (kurz VIS) liegt ungefähr zwischen 400 nm und 700 nm Wellenlänge und wird eingegrenzt vom UV-Bereich (kurzwellige, ultraviolette Strahlung mit Wellenlängen < 400 nm) und dem IR-Bereich (langwellige, infrarote Strahlung mit Wellenlängen > 700 nm). UV- und IR-Strahlung sind für das menschliche Auge nicht detektierbar und somit im eigentlichen Sinne nicht sichtbar. Dennoch ist es möglich, diese Strahlung für bestimmte Anwendungen in der industriellen Bildverarbeitung zu nutzen, da es

Sensoren gibt, die auch für Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereichs empfindlich sind und diese in, für das menschliche Auge sichtbare, Helligkeitswerte umwandeln können. Die ultravioletten und infraroten Wellenlängen werden in verschiedene Bereiche eingeteilt, wobei für die Bildverarbeitung neben dem sichtbaren Licht hauptsächlich das nahe IR (NIR) und das kurzwellige Infrarot (SWIR) von Bedeutung sind, teilweise aber auch das nahe UV (NUV).

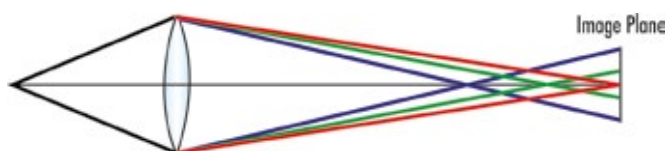
## Die richtige Optik

Wurde eine bestimmte Beleuchtung und somit eine bestimmte Wellenlänge oder ein bestimmter Wellenlängenbereich für eine Bildverarbeitungsanwendung ausgewählt, so ist bei der Wahl der Optik des Imagingsystems besonders zu beachten, welche Transmission und Dispersion das für die Optik genutzte Material für diesen Spektralbereich aufweist. Des Weiteren hat die Wellenlänge selbst, unabhängig von der gewählten Optik, auch einen Einfluss auf die Auflösungsmöglichkeiten des Systems.

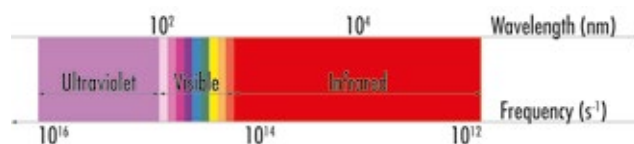
Die Objektive, die in der industriellen Bildverarbeitung zum Einsatz kommen, werden aus verschiedenen Substratmaterialien hergestellt. Die Transmission verschie-

dener Wellenlängen unterscheidet sich von Glassorte zu Glassorte und somit sind nicht alle Objektive für alle Wellenlängenbereiche gleich gut geeignet. So hat beispielsweise N-BK7 eine relativ hohe Transmission im VIS-Bereich, unterhalb von 400 nm nimmt die Transmission aber stark ab. Dies ist bei vielen gängigen Glassorten der Fall, sodass für UV-Anwendungen < 400 nm spezielle Gläser wie Quarzglas verwendet werden müssen. Für den IR-Bereich, also alle Wellenlängen > 700 nm, können hingegen Gläser wie N-SF11 eingesetzt werden, die in diesem Bereich eine besonders hohe Transmission aufweisen. Für den langwelligeren IR-Bereich kommen teilweise auch für sichtbares Licht undurchlässige Materialien wie Germanium und Silizium zum Einsatz.

Neben der Wahl der richtigen Glassorte kann auch eine entsprechende Antireflexbeschichtung auf den Oberflächen der einzelnen Optikelemente die Transmission bei bestimmten Wellenlängen erhöhen. So gibt es z. B. Beschichtungen, die den Rückreflex der Strahlung an den einzelnen Linsenflächen speziell für sichtbares Licht minimieren, ebenso gibt es Beschichtungen, die den Rückreflex für SWIR-Strahlung minimal halten.



**Chromatische Aberration:** Je nach eingesetzter Wellenlänge verschiebt sich der Fokuspunkt auf der optischen Achse.



Für die industrielle Bildverarbeitung relevanter Ausschnitt aus dem Spektrum: Das für den Menschen sichtbare Spektrum liegt zwischen 400 nm und 700 nm.

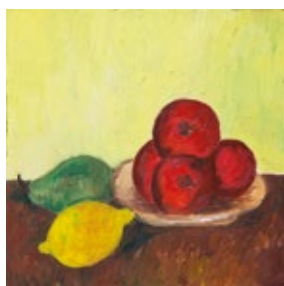
### Andere Einflüsse auf die Bildqualität

Auch die sog. Dispersion, die Änderung des Brechungsindex eines Materials mit der Wellenlänge, hat einen großen Einfluss auf die Abbildungsqualität der Optik. So werden unterschiedliche Wellenlängen verschieden gebrochen und in ungleichen Abständen von der Linse oder dem Objektiv fokussiert. Dieser Effekt wird chromatische Aberration genannt und führt zu Farbsäumen und Unschärfen auf den Bildern. Aus diesem Grund kommt es in der industriellen Bildverarbeitung häufig zum Einsatz von LEDs oder Lasern mit monochromatischem Licht, also Licht nur einer Wellenlänge oder eines kleinen Wellenlängenbereichs, bei dem die chromatische Aberration nicht auftritt und die Bildqualität verbessert wird. Oft haben Gläser, die im UV-Bereich transmittieren, eine besonders hohe Dispersion. Beim Einsatz von optischen Komponenten aus derartigen Materialien entstehen starke Abbildungsfehler, die eine gute Korrektur der Objektive signifikant erschweren.

Die Wahl der Wellenlänge beim Einsatz von monochromatischem Licht hat ebenfalls einen Einfluss auf die Bildqualität: Je kürzwelliger das Licht ist, desto höher ist die theoretische Auflösung.

Minimale Punktgröße (Durchmesser Airy-Scheibchen) in  $\mu\text{m} = 2,44 \times \lambda$  (in  $\mu\text{m}$ )  $\times$  Blendenzahl

Wie aus der Formel ersichtlich, ist die Bildpunktgröße für kürzere Wellenlängen kleiner. Somit können kleine Pixel besser ausgenutzt werden und die Blende kann (ohne zu große Auflösungseinbußen) weiter geschlossen und so die Tiefenschärfe erhöht und andere Abbildungsfehler verringert werden. Allerdings hat das Glasmaterial einen



Links die Aufnahme eines Ölgemäldes mit einer VIS-Kamera, rechts die Aufnahme mit einer SWIR-Kamera: Die Bleistiftskizzen unter der Ölmalerei sind deutlich sichtbar.

gegenläufigen Effekt. Aufgrund von erhöhter Dispersion im kurzwelligen Bereich gilt: Je kürzer die Wellenlänge, desto schlechter die Performance des Glasmaterials. Es sollte also vor dem Einsatz kurzer Wellenlängen zur Auflösungsmaximierung unbedingt überprüft werden, welche Abbildungsqualität die eingesetzte Optik in der Praxis bietet.

### Verwendung bestimmter Wellenlängen

**UV-Strahlung** wird oft in den Biowissenschaften oder bei der Erkennung von gefälschten Dokumenten eingesetzt. Dabei ist allerdings zu bedenken, dass die Entwicklung und Herstellung von für den UV-Bereich optimierten Komponenten komplexer und somit die Beschaffung dieser Komponenten für den Anwender teurer ist. Hierbei spielen die schon erläuterten Gründe (spezielle Gläser und höhere Dispersion) eine Rolle, aber auch die begrenzte Anzahl an Gläsern, die überhaupt für den UV-Bereich durchlässig sind, sodass es für den Optikentwickler mitunter schwierig ist, gut korrigierte Objektive mit hoher Abbildungsleistung zu entwickeln.

**Sichtbares Licht** wird immer da eingesetzt, wo etwas abgebildet werden soll, das auch das menschliche Auge wahrnehmen kann. Wie schon erwähnt, wird oft monochromatisches Licht eingesetzt, um die Abbildungsqualität zu verbessern. Die Auswahl der Wellenlänge erfolgt wie oben beschrieben aufgrund der besseren Auflö-

sung bestimmter Wellenlängen oder weil eine bestimmte Farbe für die Anwendung besonders hilfreich ist und bestimmte farbliche Details besonders gut erkennbar macht. Zusätzlich haben rote LEDs eine besonders lange Lebensdauer, auch dies kann ausschlaggebend für die Wahl der Beleuchtung bzw. der Wellenlänge sein.

Der **NIR- und SWIR-Bereich** ist ideal, wenn es darum geht, Dinge zu erfassen, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind. Zum Beispiel ist es möglich, den Füllstand von eigentlich opaken Flaschen zu bestimmen, da Wasser SWIR-Strahlung stärker absorbiert als die Flasche und somit dunkler erscheint. Aus diesem Grund können auch feuchte Stellen auf Objekten detektiert werden, die für das menschliche Auge nicht wahrnehmbar sind. Auch Regen, Nebel und Dunkelheit sind für NIR-Strahlung kein Problem, sodass diese Strahlung oft für Außenanwendungen, wie z. B. die Verkehrsüberwachung, eingesetzt wird. Weitere Anwendungen sind die Inspektion und Überprüfung von Leiterplatten, Solarzellen und Siliziumwafern sowie die Inspektion von Obst und Gemüse auf Druckstellen. Auch in der Kunst haben SWIR-Objektive bereits ihren Einsatz gefunden: Auf einem Ölgemälde können Bleistiftskizzen, die eigentlich unter der Ölmalerei verborgen sind, wieder sichtbar gemacht werden, ohne das Gemälde zu beschädigen.

Wellenlängen haben einen starken Einfluss auf das Gelingen der Bildverarbeitungsaufgabe und sollten bei der Auswahl der entsprechenden Komponenten unbedingt berücksichtigt werden. Für jeden Spektralbereich gibt es speziell optimierte und beschichtete Objektive, die die Transmission im jeweiligen Bereich erhöhen und Abbildungsfehler minimieren. Um optimale Ergebnisse zu erzielen und Arbeit bei der Bildauswertung zu sparen, ist es demnach lohnenswert, sich vor der Realisierung der Anwendung Gedanken über die Wahl der optimalen Wellenlänge und die darauf abgestimmten, optimalen Komponenten zu machen.

#### Autorin

Anna Hetzelt, Sales & Applications Engineer

#### Kontakt

Edmund Optics GmbH, Karlsruhe  
Tel.: +49 721 627 37 30  
sales@edmundoptics.de  
www.edmundoptics.de

### Objektive von Edmund Optics

Beispiele für Objektive, die für den sichtbaren Bereich optimiert sind, sind die kompakten Objektive mit Festbrennweite oder die hochauflösenden Objektive für 1" Sensoren von Edmund Optics. Bei diesen Objektiven ist die chromatische Aberration für sichtbare Wellenlängen korrigiert und eine entsprechende Antireflexbeschichtung auf den Linsen maximiert die Transmission.

Darüber hinaus bietet Edmund Optics Objektive an, die speziell für den NIR- oder SWIR-Bereich entwickelt sind. Die kompakten VIS-NIR Objektive mit Festbrennweite können zwischen 400 nm und 1.000 nm eingesetzt werden und besitzen eine optimal abgestimmte Antireflexbeschichtung für diesen Bereich. Die SWIR-Objektive können bei bis zu 25,6 mm Sensordiagonale eingesetzt werden und sind speziell für das SWIR-Spektrum von 0,9  $\mu\text{m}$  bis 1,7  $\mu\text{m}$  entwickelt und optimiert.

# Heiße Ware

Mini-Wärmebildkamera bietet Thermographie in VGA-Auflösung



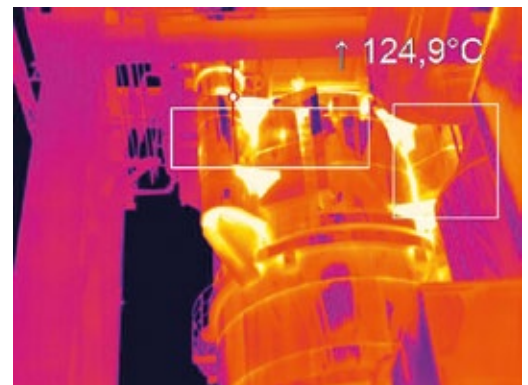
Überall wo Temperatur als kritische Prozessgröße gilt, ist der Einsatz von Infrarot-Sensoren und Kameras sinnvoll: Sei es bei der Defekterkennung von spritzgegossenen Kunststoffteilen, bei der Bauteilüberwachung in der Elektronikindustrie, beim Messen der Produkttemperatur in der Lebensmittelindustrie oder auch beim Warmwalzen von Blechen.

## Berührungslos messen

Infrarote (IR) Strahlung geht von jedem Körper aus, dessen Temperatur über dem absoluten Nullpunkt liegt. Der IR-Sensor bzw. die IR-Kamera erfasst die abgestrahlte Energie und lenkt diese auf einen Detektor. Im Detektor wird die Energie der IR-Strahlung in elektrische Signale umgewandelt, die dann auf Grundlage der Kalibrierung des Sensors und des eingestellten Emissionsgrades in Temperaturwerte umgerechnet werden. Basierend auf dieser Auswertung kann die gemessene Temperatur auf einem Display angezeigt, als analoges Signal ausgegeben oder über einen digitalen Ausgang auf einem Computer dargestellt werden. Die Messung erfolgt berührungslos: Damit sind schnelle und sichere Temperaturmessungen von bewegten, heißen oder schwer zugänglichen Objekten möglich. Während ein berührender Temperaturfühler die Temperatur des Messobjektes beeinflussen und das Produkt selbst unter Umständen beschädigen oder verunreinigen könnte, gewährleistet das berührungslose Verfahren zu jederzeit präzise Messwerte ohne Kontakt. IR-Sensoren und Kameras zur Prozessautomatisierung ermöglichen eine kontinuierliche

Temperaturüberwachung. Intelligente, digitale Systeme erlauben dem Anwender die Fernprogrammierung der Sensoren sowie die online Messdatenübertragung und -aufzeichnung.

Speziell für industrielle Anwendungen stellt Micro-Epsilon die neue hochauflösende Miniatur-Infrarotkamera Thermoimager TIM 640 vor. Bei einer Gehäusegröße von nur 46 x 56 x 90 mm und einem Gewicht von 320 g (inkl. Objektiv) gehört sie zu den kompaktesten Wärmebildkameras auf dem Markt. Sie liefert Wärmebilder mit einer optischen Auflösung von 640 x 480 Pixel (VGA) in Echtzeit. Dank der hohen geometrischen Auflösung, verbunden mit einer hohen thermischen Empfindlichkeit, ist sie speziell für präzise Messaufgaben konzipiert worden. Der Anschluss an den Rechner erfolgt über eine USB-Schnittstelle, über die auch die Spannungsversorgung vorgenommen wird. Zur Einbindung in den Prozess steht ein Prozessinterface mit Analog und Digital I/Os zur Verfügung. Die Kamera wird mit der Auswertesoftware TIM Connect und einem Software Development Kit (SDK) geliefert. Die neue Kamera deckt



Die kompakte Kamera liefert Wärmebilder mit einer optischen Auflösung von 640 x 480 Pixel in Echtzeit.

den Spektralbereich von 7,5 bis 13  $\mu\text{m}$  ab. Der Temperaturbereich reicht von  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $+900^{\circ}\text{C}$ ; die thermische Empfindlichkeit beträgt 75 mK.

## Vielseitige Funktionen

Mit der automatischen Hot- und Cold-Spot-suche können Objekte thermisch untersucht und heiße oder kalte Stellen automatisch gefunden werden. Zur einfachen Prozessintegration verfügt die Wärmebildkamera über ein industrielles Prozess-Interface mit

#### ◀ **Thermoimager TIM 640** von Micro-Epsilon

drei Ein-/Ausgängen und eine integrierte Watchdog-Funktion. Dieser Watchdog sichert den Messvorgang durch eine intelligente Eigenüberwachung gegen Störungen ab. Die Kamera ist mit dem Schutzgrad IP67 ausgestattet, daher ist sie besonders für die Prozessüberwachung in der Automatisierung und für raue Umgebungsbedingungen geeignet. Die Auswertesoftware bietet zahlreiche Möglichkeiten zur automatischen Prozess- und Qualitätskontrolle, z. B. die individuelle Einstellung von Alarmschwellen in Abhängigkeit vom Prozess, Zeilenkamera-Funktionen zur Überwachung von Prozessen mit bewegten Objekten, Definition visueller oder akustischer Alarme und analoge Datenausgabe. Temperaturverteilungen auf einer Oberfläche lassen sich im Millisekunden-Intervall erfassen.

#### **Anwendung im Spritzguss**

Die neue Infrarotkamera eignet sich für die Qualitätskontrolle, Prozessüberwachung und Analyse von elektronischen Mikrobauteilen in nahezu allen Industriesektoren. Ein Anwendungsbeispiel: Im Kunststoffspritzguss ist in Verbindung mit einer branchenspezifischen Software die Überwachung kleinster Bauteile im laufenden Prozess (Inline-Thermographie) möglich. Bei dieser Art der Qualitätskontrolle ergänzt die Thermographie das menschliche Auge: Sie erfasst die vom Messobjekt ausgehende Infrarotstrahlung und visualisiert sie. In der Spritzgießproduktion liefert die Temperaturverteilung eine umfassende Qualitätsaussage über die Fehltemperierung des Werkstücks: Fehlfunktionen des Werkzeugs, sichtbare Geometriefehler und verdeckte Fehler wie etwa Materialfehler können erkannt werden. Mit der neuen Kamera lassen sich auch kleinste Fehler im mm<sup>2</sup>-Bereich identifizieren.

Micro-Epsilon bietet eine Thermographie-basierte Lösung für die Inline-Qualitätsprüfung bei Spritzgussmaschinen als schlüsselfertiges System (Software und Hardware) an. Die Bedien-

## „In der Qualitätskontrolle ergänzt die Thermographie das menschliche Auge.“

software visualisiert das Werkstück und vergleicht es mit einem Infrarot-Referenzbild. Das System ermöglicht die Steuerung und automatische Aussortierung fehlerhafter Teile. Weiterhin ist auch eine schnelle und gesicherte Maschinenumstellung möglich, da nach dem

Wechsel des Spritzwerkzeugs umgehend eine Bewertung der neu produzierten Teile erfolgt. Gerade für die Automobilzulieferer, bei denen der Wert von Spritzgussteilen im Prozess um ein Vielfaches steigt, ist die durchgehende Qualitätskontrolle von Bedeutung.

#### **Autor**

**Dipl.-Ing. Manfred Pfadt,**  
Produktmanager Sensorik

#### **Kontakt**

Micro-Epsilon Messtechnik, Ortenburg  
Tel.: +49 8542 168 279  
manfred.pfadt@micro-epsilon.de  
www.micro-epsilon.de

 **Baumer**  
Passion for Sensors

# Auflösung trifft Geschwindigkeit.

Ideal kombiniert – die neue LX-Serie mit 20 MP und Dual GigE.



Die Kombination von hochauflösenden CMOSIS Sensoren und doppelter GigE Geschwindigkeit verbindet zielsicher präzise Inspektion und hohen Durchsatz.

Mehr erfahren Sie unter  
[www.baumer.com/cameras/LX](http://www.baumer.com/cameras/LX)



**GIG**  
VISION

# Produkte



## Industrielles Design, wissenschaftliche Präzision

Die neue Generation von Allied Vision Technologies' Goldeye Infrarotkammeraserie ist jetzt verfügbar. Die neue Goldeye ist eine 100%-ige Neuentwicklung. Wie das Vorgängermodell ist die neue Goldeye eine Infrarotkamera für den sog. SWIR-Spektralbereich (Short-Wave Infrared/ Kurzwellen-Infrarot). Dank ihres InGaAs-Sensors ist sie bei Infrarotstrahlungen zwischen 900 und 1.700 nm empfindlich. Somit eignet sie sich für anspruchsvolle Bildverarbeitungsanwendungen außerhalb des sichtbaren Spektrums im industriellen und wissenschaftlichen Umfeld – wie etwa in der Qualitätssicherung in der Photovoltaik- und Halbleiterindustrie, wie auch im Bereich der Spektroskopie.

Die Goldeye verfügt über eine aktive Kühlung mit eingebautem Peltier-Modul (Thermo-Electric Cooling). Die Kühlung des Sensors um bis zu 30K sorgt für eine Reduktion des Dunkelstroms und rauscharme Bilder. Ausgeklügelte Bildoptimierungsalgorithmen zur Korrektur von Defektpixeln und InGaAs-typischen Inhomogenität sorgen für eine hohe Bildqualität. Mit weiteren Funktionen wie Belichtungszeitsteuerung, analogem und digitalen Gain sowie Look-up Tables zur Kontrasterhöhung kann der Benutzer die Bildqualität seinen Bedürfnissen weiter anpassen. [www.alliedvisiontec.com](http://www.alliedvisiontec.com)

## Hochauflösende Kamerafamilie

Point Grey hat die Grasshopper3-GigE-PoE-Kamerafamilie ins Portfolio aufgenommen, eine Ergänzung zu der bestehenden Grasshopper3-USB3-Vision-Produktlinie. Die ersten beiden Modelle der Grasshopper3-GigE-



Vision-PoE-Kameras zeichnen sich durch Sonys CMOS- und CCD-Global-Shutter-Sensoren aus. Die Grasshopper3 GS3-PGE-23S6-Modelle verwenden die Farb- und Monochromvarianten des 1/1.2-Zoll-Sony-IMX174-Exmor-Global-Shutter-CMOS-Sensors und bieten eine Bildauflösung von 1.920 x 1.200 Pixeln sowie eine Frame Rate von bis zu 46 FPS. Die Grasshopper3-GS3-PGE-60S6-Modelle verwenden die Farb- und Monochromvarianten des 1-Zoll-Sony-ICX694-Global-Shutter-CCD-Sensors und bieten eine Bildauflösung von 2.736 x 2.192 Pixeln sowie eine Frame Rate von bis zu 13 FPS. Mit den neuen Grasshopper3-GigE-Vision-PoE-Modellen bietet Point Grey nun mehr Vielfalt bei Anwendungen, die längere Kabeln benötigen wie z.B. intelligente Verkehrssysteme (IST). [www.ptgrey.com](http://www.ptgrey.com)

## Kleine Smart-Kamera für industrielle Bildverarbeitung

Die industrielle Smart-Kompaktkamera Vision Mini Xi mit integriertem Ethernet von Microscan ist ab sofort erhältlich. Laut Hersteller ist es die weltweit kleinste vollständig integrierte Smart-Kamera mit integriertem Ethernet. Trotz der geringen Abmessungen von 25,4 x 45,7 x 53,3 mm und einem Gewicht von gerade mal 91 g bietet sie neben Ethernet und seriellem Anschluss auch eine 24-Volt-



Schnittstelle und optisch isolierte Ein- und Ausgänge.

In Kombination mit Autovision, der komfortablen Software für industrielle Bildverarbeitung, ist die Mini Xi damit die perfekte Komplettlösung für Hersteller, die nicht nur eine Software für die Barcodeerkennung benötigen, sondern bei ihren Prozessen auch flexibel zusätzliche Kontrollfunktionen einsetzen wollen. Alle Smart-Kameras von Microscan nutzen die gleiche Bildverarbeitungssoftware, sodass Jobs unkompliziert auf andere Kameras übertragen können oder auf die Microscan-Plattform Visionscape umgestiegen werden kann, ohne hierfür andere Kameras erwerben zu müssen. [www.microscan.com](http://www.microscan.com)

## UV-LED-Linienlicht mit integrierter Ethernet-Steuerung

ProPhotonix hat sein neues Cobra Cure vorgestellt, eine wichtige Komponente in Leistung und Funktionalität der Chip-On-Board (COB)-Beleuchtungslösungen der Cobra Slim LED-Reihe. Dabei handelt es sich um ein kompaktes UV-LED-Linienlicht mit einem modularen Formfaktor, der eine gleichmäßige Linie bis zu einer Bestrahlungstärke von 2 W/CM<sup>2</sup> erzeugt. Wie sein Vorgänger UV Cobra Slim bietet Cobra

Cure eine justierbare Linse, wodurch der Anwender die optimale Position für den jeweiligen Einsatz auswählen kann. Er ist für jede Länge bis zu 5 m erhältlich. Beide, Cobra Cure und Cobra Slim, sind in einer Bandbreite von Wellenlängen verfügbar, u.a. 365 nm, 385 nm, 395 nm und 405 nm. Zudem stehen Ausführungen mit vielfachen Wellenlängen bereit.

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

## „Anti-Vibration“-Optik

Die Kowa 2 Megapixel 2/3" JCM-Serie ist ab sofort auch standardmäßig in einer speziellen „Anti-Vibration“-Version erhältlich. Die Glaselemente der neuen JCM-V-Serie sind verklebt, der Fokussiererring hat ein doppeltes Muttergewinde und für verschiedene Blendenöffnungen gibt es variable Step-Up-Ringe. Somit ist die Serie optimal für den Gebrauch in Umgebungen mit starken Erschütterungen wie z.B. Anwendungen der Robotertechnik geeignet.

Die Serie ist in fünf Brennweiten von 8 mm bis 50 mm erhältlich. Prototypen sind ab sofort in begrenzter Zahl verfügbar. Neben dieser neuen vibrationsfesten Standardserie bietet Kowa auch auf Anfrage an, andere Serien durch Verkleben der Linsenelemente vibrationsfester zu machen. [www.kowa.eu](http://www.kowa.eu)



LED-Beleuchtungen made in Germany

IMAGING LIGHT TECHNOLOGY  
**BÜCHNER**

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



## Neue 10-MP-Objektiv-Serie

In der industriellen Bildverarbeitung geht der Trend zu immer höheren Auflösungen. Um auch in Zukunft den steigenden Qualitätsanforderungen gerecht zu werden, hat Tamron eine neue C-Mount-Serie für 2/3" Sensoren mit einer Auflösung von bis zu 10 MP entwickelt. Das entspricht einer Pixelgröße von 2,5 µm bei 2/3" Sensoren. Aber es sind nicht nur die hervorragenden optischen Eigenschaften die diese Objektive auszeichnen. Es wurde ebenso auf die mechanische Stabilität geachtet, sodass diese Objektive besonders für den rauen Industrieinsatz geeignet sind. Die sieben Brennweiten 50 mm, 35 mm, 25 mm, 16 mm, 12 mm, 8 mm und 6 mm sind ab sofort verfügbar. [www.tamron.de](http://www.tamron.de)



## AIA-zertifizierte Industriekameras

IDS Imaging Development Systems stellt seine ersten AIA-zertifizierten und USB3-Vision-konformen Kamerareihen vor. Gewählt werden kann zwischen einer Gehäusevariante und einer Einplatinenkamera, ausgestattet mit 1,3, 2 und 5 Megapixel CMOS-Sensoren der aktuellen Generation. Die USB3-Vision-Modelle sind baugleich mit den Kameras der



USB-3 uEye-LE- und ML-Serien mit IDS-eigenem Softwarepaket. Die Serienproduktion startet voraussichtlich Ende 2014.

Die ersten USB3-Vision-Kameras hat IDS als „Allrounder“ ausgelegt. Sie eignen sich für ein breites Einsatzspektrum. Die Firmware der USB3-Vision-Kameras unterstützt gegenwärtig die Basic Features des Standards und wird langsam erweitert. Will der Anwender die Leistungsmerkmale anderer Sensorgeneration nutzen, stehen ihm die baugleichen Modellversionen mit dem IDS-eigenen Treiberpaket zur Verfügung. Dieses ist für alle USB 2.0-, USB 3.0- und GigE-Kameras des Herstellers identisch. [www.ids-imaging.de](http://www.ids-imaging.de)

*Fortsetzung auf S. 24*

# 3D IN ECHTZEIT - SCHNELL, EINFACH, PRÄZISE

**Jetzt neu:** Die Ensenso N20 Stereo-3D-Kamera für noch höhere Detailgenauigkeit, größere Arbeitsbereiche und Kabellängen



# IDS

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

### CMOS-Kameras mit Dual GigE

Mit der LX-Serie erweitert Baumer sein Portfolio um Kameras mit hochauflösenden CMOSIS-Sensoren und Dual-GigE-Schnittstelle. Sie können für Applikationen eingesetzt werden,



die gleichzeitig hohe Anforderungen an die Detailgenauigkeit der Bilderfassung und den Durchsatz stellen. Dem trägt die neue LX-Serie mit Auflösungen von 8, 12 und 20 Megapixel und einer Bandbreite der Dual-GigE-Schnittstelle von 240 MB/s Rechnung.

Die 8- und 12-Megapixel-Modelle verwenden das erfolgreiche CMOSIS 5.5 µm Pixelde-

sign. Ein einfaches Upgrade vorhandener CCD-basierter Systeme auf Kameras der LX-Serie mit sehr guter Empfindlichkeit und hoher Bildrate ist somit möglich. Investitionen für neue Optiken können dadurch vermieden werden. Die 20-Megapixel-Variante basiert auf einer Pixelstruktur von 6,4 µm und bietet neben noch höherer Auflösung ein sehr geringes Rauschen von nur 8 e- sowie eine hohe Dynamik von 66 dB. Auf Basis dieser ausgezeichneten Bildqualität kann die Auswertung präziser und zuverlässiger erfolgen. Alle Modelle verfügen über eine hervorragende Empfindlichkeit, um auch sehr schnell ablaufende Prozesse sicher zu erfassen. Die Kameras sind prädestiniert für den Einsatz bei der Inspektion von Leiterplatten, Halbleitern oder Oberflächen und 2D-/3D-Messtechnik.

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

### Kameras für die Luftfahrt

Eine starke Produktfamilie im Kappa-Portfolio bilden die Flight-Eye-Kameras für verschiedenste Anwendungen im Aviation-Bereich. Die moderne Hochleistungselektronik ist der gemeinsame technische Nenner, basierend auf den charakteristischen Kappa-Eigenschaften: extrem widerstandsfähig, maximal zuverlässig und langfristig verfügbar. Die Modellprofile entstehen durch verschiedenste militärische und zivile Luftfahrt-Applikationen. Zu den häufigsten Anwendungen gehören UAV-Flugführung (Piloting und Flight-Guidance), Taxi-Aid (Take off and Landing), Situational Awareness sowie Intrusion und Ground Security. Vermehrt werden auch Anfragen aus dem Bereich Cockpit-überwachung, MRO und Telemetrie mit den Flight Eyes bedient.

Die Flight-Eye-Kameras bieten unkomprimiertes SD-Video sowie Full-HD-Video über den

SDI-Ausgang oder H264-komprimierte HD-Streams per Ethernet. Damit sind die Modelle prädestiniert für Echtzeit-Monitoring als auch für Telemetrie und On-Board Recording. Zeitsynchrone Aufnahme zu Sensoren in anderen Geräten garantiert der IRIG B Timecode oder das Precision Time Protocol (PTP). Jedes Kameramodell verfügt über eine integrierte Optik, mit der horizontale Betrachtungswinkel (FoV) von 17° bis 95° erzielt werden, je nach Modellvariante. Bei den Outdoor Ausführungen schaffen Saphir-Glas, Heizung



und IP67 Schutz eis- und beschlagsfreie Sicht. Das MIL-STD-704-Netzteil schützt vor Spannungsschwankungen und Überspannungen sowie vor Beschädigung durch Blitzeinschlag. Das speziell für Luftfahrtanwendung zertifizierte „Rugged“ Design, geprüft nach RTCA DO-160 und ED-112, sorgt für Betriebssicherheit in allen Bereichen. [www.kappa.de](http://www.kappa.de)

### Objektive mit Fassung aus Vollmetall

Qioptiq hat für seine Rodagon-Objektivserie eine neue Fassung aus Vollmetall mit fixierbarer Blende entwickelt. Die neue Variante aus Vollmetall garantiert eine noch stabilere Fassung. Die neue fixierbare Blende mit Klemmschrauben verhindert versehentliches Verstellen der Blende. Bisher verfügten die Rodagon Objektive, zusammen mit Apo Rodagon D, Apo Rodagon N und Rogonar-S, über eine rastende Irisblende und wurden aus hochwertigen Kunststoffmateri-

alien gefertigt. Qioptiq hat den Kundenwunsch nach einer noch stabileren Ausführung aus Vollmetall aufgegriffen und eine neue Fassung entwickelt, die für alle weiteren Brennweiten nach und nach eingeführt werden. Die gewohnten Versionen mit der Rastblende im Kunststoff-Körper bleiben weiterhin erhältlich.

Mit der neuen Fassung hat Qioptiq außerdem einen kleineren Außendurchmesser realisiert, der Applikationen auf engstem Raum ermöglicht. Das An-

schraubgewinde ist weiterhin das gewohnte M39-Leica-Gewinde. Damit bleibt die Kompatibilität zum gesamten mechanischem Zubehör erhalten.

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



### Multi-Kamera-Bildverarbeitungssystem mit Touchscreen

Stemmer Imaging führt ein neues skalierbares Multi-Kamera-Bildverarbeitungssystem ein. Das Geva-312T ist die aktuelle Ergänzung der Vision Appliance-Produktlinie von Teledyne Dalsa und stellt eine günstige Alternative für alle dar, die ein vielfältig nutzbares Komplettsystem benötigen. Es verfügt neben einer integrierten Steuerung und einem 12-Zoll-Touchscreen auch über einen Dual-Core-Prozessor mit 1,6 GHz und 2 Gigabit Ethernet-Kameraports. Weitere Kameras können zu geringen Kosten über handelsübliche Gigabit Ethernet Switches hinzugefügt

werden. Das System ist entweder mit Inspect Express oder Sherlock ausgestattet. Die Inspect-Software ist ein Paket aus Standardfunktionen mit einer einfach zu bedienenden Oberfläche, die den Einsatz von Bildverarbeitung erleichtert. Für anspruchsvolle Anwendungen bietet die Sherlock-Software zusätzliche Flexibilität und erweiterte Möglichkeiten. Zusätzlich zur Steuerung über den Touchscreen ermöglicht ein USB-Port das Verwenden von Tastatur und Maus sowie externen Laufwerken.

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



## Flächenleuchten in länglichen Formaten

Büchner Lichtsysteme hat auf Kundenwunsch längliche Auf- und Durchlicht-Flächenbeleuchtungen entwickelt. Dieser Wunsch wurde nun für die Serie der Produktlinien Hi-Light (Durchlicht) und Top-Light (Auflicht) umgesetzt. Für diese beiden Produktlinien gibt es nun auch die langen Formate in folgenden Größen: 40 x 80 mm<sup>2</sup>, 40 x 120 mm<sup>2</sup>, 80 x 160 mm<sup>2</sup>, und 120 x 240 mm<sup>2</sup>.

Damit wird vielfach die Integration in ein anwendungsspezifisches Umfeld erleichtert. Wie bisher schon bei den Produktlinien üblich, gibt es auch für die langen Formate Auswahlmöglichkeiten an Beleuchtungs-



farben, Öffnungswinkel (der LEDs), Betriebsmodi (Dauer-, Schalt- und Blitzbetrieb) sowie Frontabdeckungen. Die spezifizierte maximale Stromaufnahme aller LED-Beleuchtungen ist auf sehr lange Lebensdauer ausgelegt. Das wird auch durch eine bestmögliche Wärmeableitung gefördert, und zwar von den lokalen Grenzschichten der LEDs zum Gehäuse, das wiederum auf maximal mögliche Wärmeabfuhr ausgelegt ist.

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

## Low-Cost-Kameras mit SDK

The Imaging Source bietet ab sofort Machine-Vision-Low-Cost-Kameras inklusive SDK zu einem niedrigen Preis an. Eingebaut in ein sehr kleines und robustes Zink-Aluminium Indus-



triegehäuse, wurden die Kameras mit einem Anschluss für alle M12x0.5 Objektive, einem 1/4" CMOS Sensor sowie einem USB 2.0 Interface ausgestattet. Eine auf dem Sensor integrierte Bildoptimierung sorgt auch unter schlechten Lichtverhältnissen für eine ausgezeichnete Bildqualität und Farbwiedergabe. Verfügbar sind die Modelle mit Auflösungen bis zu 1.280 x 720 und einer Bildrate von bis zu 30 Bildern pro Sekunde. Die Kameras wurden entwickelt, um Webcams in grundlegenden Bildverarbeitungs- und Visualisierungsanwendungen zu ersetzen und sind somit optimal für kostengünstige und platzsparende Machine-Vision-Applikationen in der Automatisierungstechnik, Verkehrsüberwachung, Qualitätskontrolle, Medizin, Logistik und Sicherheitstechnik geeignet.

Der Software-Support dieser Kameras lässt keine Wünsche offen: Programmierer wie Endbenutzer sind gut aufgehoben. Der Einstieg mit den Kameras ist eine Sache von Minuten, für die Integration in bestehende Applikationen bedarf es nur weniger Code-Zeilen.

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

## GigE-Vision-Kamera als IP67-Variante

Matrix Vision bietet die erfolgreiche GigE-Vision-Kamera mvBlueCougar-X jetzt auch als industrietaugliche IP67-Variante an. Die Kamera ist sowohl staubdicht als auch gegen zeitweiliges Untertauchen geschützt und damit bestens für raue Einsatzorte geeignet. Realisiert wird die spezielle Gehäuseform durch ein angepasstes Platinen-Design der Kamera. Standardmäßig kann das Edelstahlgehäuse C-Mount Objektive bis zu einer Länge von 40 mm aufnehmen. Andere Längen und Objektivhalter können auf Anfrage implementiert werden.

Industrietauglich ist die Variante der Kamera aufgrund von zwei verschraubbaren Industriestandard-M12-Stecker. Ein Stecker beherbergt die Stromversorgung und die digitalen Ein- und Ausgänge (vier optisch entkoppelte Eingänge sowie vier robuste High-Side-Halbleiterrelais Ausgänge), der andere die Ethernet-Verbindung (X-kodiert). Versorgt wird die Kamera entweder über PoE (Power over Ethernet) oder mit 12 bis 24 V Gleichstrom bei einem je nach Sensor abhängigen Verbrauch von weniger als 6 W.

Die Kamera ist kompatibel zu den Standards GenICam und GigE Vision. Treiber gibt es für Windows und Linux. Ferner unterstützt die Kamera alle Bildverarbeitungsbibliotheken von Drittanbietern, welche kompatibel zu GigE Vision sind.

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

*Fortsetzung auf S. 26*



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



**RICOH**  
 imagine. change.

## NEU EXTENDED DEPTH OF FIELD-KAMERAS

### Kamerasysteme mit erweiterter Schärfentiefe

Die neue Serie von Kameras mit erweiterter Schärfentiefe (Extended Depth of Field) hat einen etwa **3-mal größeren Schärfentiefebereich** als Standardkameras mit gleicher Brennweite, gleicher Blende und gleichem Objektstand, **ohne Einbußen bei Auflösung oder Bildhelligkeit.**



**Aufnahme mit konventioneller Kamera**  
 QR-Code im Vordergrund ist nicht lesbar

**RICOH Extended Depth of Field-Kamera**  
 QR-Codes im Vorder- und Hintergrund sind lesbar

So können zum Beispiel Kontrollen in Produktionslinien, bei denen mit mehreren Kameras oder mit Nachfokussierung gearbeitet wird, mit nur einer Kamera durchgeführt werden, was zu höherer Effizienz mit geringerem Aufwand an Ressourcen und Kosten führt.

## JETZT INFORMIEREN!



**RICOH IMAGING DEUTSCHLAND GmbH**  
 Industrial Optical Systems Division

Am Kaiser Kai 1  
 20457 Hamburg, Germany  
 Office: +49 (0)40 532 01 33 66  
 Fax: +49 (0)40 532 01 33 39  
 E-Mail: [iosd@eu.ricoh-imaging.com](mailto:iosd@eu.ricoh-imaging.com)

[www.ricoh-mv-security.eu](http://www.ricoh-mv-security.eu)

## Box-PC für Machine-Vision-Anwendungen



RS232/422/485 Ports einfach anbinden. Kompakte Abmessungen, ein erweiterter Temperaturbereich und ein 9-32 V DC-Eingang sorgen für eine einfache Integration. Je 16 digitale und isoliert ausgeführte I/O-Kanäle (1,5 kV) stehen zur Synchronisierung mit anderen Bildverarbeitungs-

komponenten wie z.B. der Beleuchtung zur Verfügung. Ausgestattet ist der Box-PC mit vier USB 3.0, drei USB 2.0 und zwei GigE Ports, an die sich die gängigen Kameras direkt anschließen lassen; weitere Schnittstellen können über drei PCIe-Erweiterungssteckplätze (2 x PCIe x8, 1 x PCIe x16) ergänzt werden. Optional liefert Bressner den Rechner komplett konfiguriert mit Camera Link Framegrabbern, mit zusätzlicher Messtechnik oder mit Feldbusanschlüssen.

www.bressner.de



## Starter Kit für intelligente Kamera

Matrix Vision bietet für die intelligente Kamera mvBlueLynx-X ein Starterkit, um Anwendern einen schnellen Einstieg zu ermöglichen. Der Koffer beinhaltet eine intelligente Kamera, die aus einem Pool von 10 Modellen gewählt werden kann, sowie das benötigte Zubehör und eine Software-Testlizenz für Halcon Embedded oder EyeVision. Der Preis des attraktiven Starterkits startet bei 990 € und entspricht dem Preis der ausgewählten Kamera.

Das Kernstück des Starterkits bildet die intelligente Kamera mvBlueLynx-X mit CMOS- und CCD-Modellen und Auflösungen

von VGA bis 5 Mpixel. Mit 1 GHz Cortex-A8 ARM-Prozessor, zusätzlichem Echtzeit-DSP mit bis zu 800 MHz sowie 512 MB Arbeitsspeicher ist das Embedded Linux-OS enthaltene System bestens ausgestattet, um platz- und stromsparend Bildverarbeitungsaufgaben direkt vor Ort in der Kamera ausführen zu können. Ausreichende Schnittstellen ermöglichen eine optimale Netzwerkintegration sowie eine einfache Geräteanbindung. Zum umfassenden Zubehör gehören Objektiv, Stativ, Kabel, USB-Hub, Netzteil und eine Schnittstellen-Box.

www.matrix-vision.de

# designing views

60 years of superior optical experience

widest range of 1" lenses

1" HC-Series – 4MP

6mm to 75mm

designed for 5µm px

1" SC-Series – 6MP

12mm to 50mm

designed for 3µm px



Kowa Optimed  
Bendemannstraße 9  
40210 Düsseldorf  
Germany  
fn +49(211)542184-29  
lens@kowaoptimed.com  
www.kowa.eu/lenses



USB  
VISION

CMOSIS  
image sensors

## USB-3.0-Kameras mit CMOS-Sensoren

Der Kamerahersteller Basler ergänzt sein Ace-USB-3.0-Portfolio um Modelle mit den beliebten 2 MP und 4 MP CMOS-Sensoren CMV2000 und CMV4000 von Cmosis. Die Kameras sind in Monochrom und Farbe sowie als Nah-Infrarot-Varianten erhältlich. Die USB 3.0-Modelle vereinen die Vorteile der leistungsstarken Cmosis-Sensoren mit der Bandbreite, einfachen Plug & Play-Bedienbarkeit und Zuverlässigkeit von USB3-Vision. Sie liefern schnelle 165 Bilder pro Sekunde bei 2 MP und 90 Bilder pro Sekunde bei 4 MP Auflö-

sung und trotzdem eine sehr geringe CPU-Last. Die Bildqualität ist exzellent, mit niedrigem Rauschen, hoher Dynamik und sehr hoher Empfindlichkeit. Die Pixel-Größe von 5,5 µm<sup>2</sup> und der Global Shutter ermöglichen sehr präzise Abbildungsergebnisse auch bei schwierigen Lichtverhältnissen und schnellen Bewegungen. Außerdem interessant für Anwender: Die Kameras sind besonders klein und leicht (29 x 29,3 mm bei 80 g) und damit ideal geeignet für Systeme, in denen der Platz knapp ist.

www.baslerweb.com

**Zeilenkamera für Hochgeschwindigkeit in der Druckinspektion**

Die RazerCam Smart-Kamera-Serie von EVT enthält auch eine Zeilenkamera. Eine klassische Anwendung für diese Zeilenkamera ist die Druckinspektion. So wird diese sowohl bei der 2D als auch 3D Druckbild-Kontrolle eingesetzt. Aufgrund der frei programmierbaren FPGAs lassen sich Daten in Echtzeit vorverarbeiten und mit den beiden zusätzlichen ARM-Kernen Cortex A9 eignet sich die RazerCam-Zeilenkamera auch für sehr schnelle Anwendungen. Die Kamera, die auch als Farbkamera erhältlich ist, bietet Hochgeschwindigkeit in der Druckinspektion. Selbst bei höchsten Prozessgeschwindigkeiten von mehreren hundert Metern pro Minute werden punktgenaue Prüfergebnisse erreicht. Die Zeilenkamera ist einsetzbar für alle Prozesse wie z.B. Druck auf Rollen, Bogen oder Zuschnitten; für alle Druckverfahren wie z.B. Tief-, Sieb-, Offset-, Tampon- oder Digitaldruckverfahren usw.

und zudem auf allen Trägermaterialien wie z.B. Folie, Papier, Karton, Metall, usw.

Die Kamera kann auch direkt in der Druckmaschine eingebaut werden und die Druckinspektion kann sowohl während des Druckes oder während der Konfektionierung stattfinden. Allerdings können sich bei der späteren Konfektionierung wieder Fehler einschleichen, die unerkannt bleiben. [www.evt-web.com](http://www.evt-web.com)



**Neue intelligente Kameraserie**

Mit den intelligenten Kameras der Serie VC Base+ erweitert Vision Components den Leistungsbereich der bewährten VC-

Automotive-Bereich und Barcode- sowie OCR-Erkennung. Zum Einsatz kommen je nach Modell hochmoderne CMOS-Sensoren verschiedener namhafter Hersteller, die gleichzeitig eine hohe Auflösung und hohe Bildraten gewährleisten, sehr lichtempfindlich sind und eine exzellente Bildqualität liefern. Die Sensoren sind mit einem Global Shutter ausgestattet und bieten einen schnellen Trigger-Modus sowie einen Linescan-Modus, der Bildraten bis 18 kHz ermöglicht. Bei Größen zwischen 1/3" und 1" erreichen sie Auflösungen zwischen 752 x 480 und 2.048 x 2.048 Pixeln. Alle Kameras der Reihe VC Base+ verfügen über 32 MB Flash und 128 MB SDRAM zur Programm- und Datenspeicherung. Eine Ethernet-Schnittstelle sowie eine optionale RS232-Schnittstelle ermöglichen die Einbindung in Automatisierungsumgebungen. Wie bereits die VC-Base-Baureihe sind auch die neuen VC-Base+-Modelle in einem Gehäuse mit den Maßen 90 x 50 x 35 mm untergebracht. [www.vision-components.de](http://www.vision-components.de)

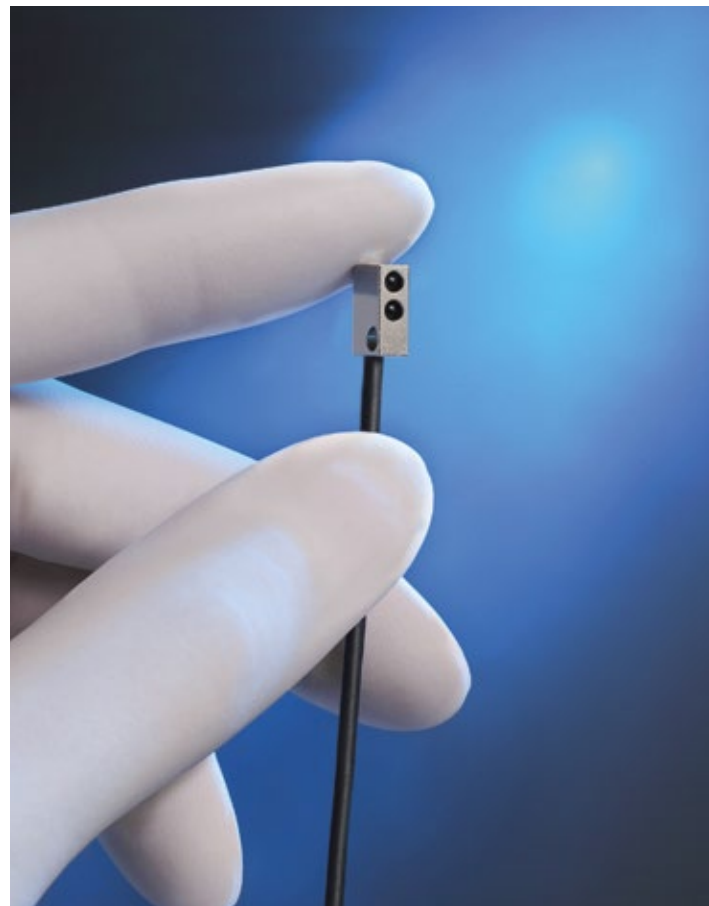


Base-Baureihe: Fünf neue Kameramodelle, die wahlweise als Schwarz-Weiß- oder Farbausführungen verfügbar sind, bieten dank eines 700 MHz-Prozessors mehr Rechenleistung für anspruchsvollere Anwendungen. Neben Highspeed-Applikationen eignen sich die neuen Kameras insbesondere auch für verschiedenste Aufgaben in der industriellen Bildverarbeitung, für die Verkehrsüberwachung, 3D-Scans, Bewegungskontrolle, den

**ÜBERRAGENDE PRÄZISION MIT OPTOSENSOREN**

**Für ein Höchstmaß an Flexibilität**

Als ausgewiesene optoelektronische Spezialisten verfügen wir über Entwickler- und Hersteller-Know-how, das Ihnen außergewöhnliche Präzisionssensoren bietet. Modular wählbare Bauelemente mit konkurrenzlösen technischen Eigenschaften. Mikrooptische Komponenten auf kleinsten Einbauraum optimiert. Realisieren Sie so Ihre Applikationen.



**Precision Optics at its best**

- große Reichweiten
- hervorragende Auflösungen
- hochflexible elektrische Leitungen



Systeme und Dienstleistung | Industrial Networking und Connectivity | Industrial Identification | Objekterkennung | Weg- und Abstandsmessung | Zustandsüberwachung und Fluidsensorik | Zubehör





# Mehr als nur ein Spiel

## Industrie 4.0: Intelligente Assistenzsysteme für verbesserte Wartungskonzepte

Eine ausgeklügelte Sensorik bildet die Basis für intelligente Produktions- und Benutzerassistenzsysteme, die interaktiv und automatisch Informationen über wichtige Arbeitsschritte, Abläufe und Sicherheitsregeln bereitstellen. Die zweite Generation eines ursprünglich für ein Spielesystem entwickelten Sensors bietet hier neue Einsatzmöglichkeiten.

Industrie 4.0 heißt das Schlagwort, wenn es um die Zukunft der Industrie und der darin verankerten Prozesse geht. Weitestgehend automatisierte Prozesse, intelligente Ablaufsteuerungen, automatischer Datenaustausch sind die charakteristischen Merkmale zukünftiger Systeme. Bediener und Wartungspersonal erhalten interaktiv und automatisch Informationen über wichtige Arbeitsschritte, Abläufe und Sicherheitsregeln. Zu diesem Zweck ist eine umfangreiche Datenerfassung und schnelle Kommunikation wichtig, was an vielen Stellen eine ausgeklügelte Sensorik voraussetzt. Dieser Aufgabe stellt sich die APE Engineering, indem sie im Rahmen von Forschungsprojekten Konzepte für intelligente Produktions- und Benutzerassistenzsysteme entwickelt.

### Sensorik nicht nur für Spiele

Erforderten solche Systeme bisher zum Teil sehr teure Sensorik, so steht jetzt mit der Kinect 2 von Microsoft ein mächtiger, hochwertiger Sensor als kostengünstige Alternative für eine Vielzahl von Anwendungen bereit. Die Kinect 2 ist eine weiter verbesserte

Version des ursprünglich für ein Spielesystem entwickelten Sensorsystems. Zeitgleich erscheint das SDK, mit dem sich der Sensor in eine PC-Welt integriert und damit für industrielle Anwendungen zur Verfügung steht.

Die Kinect 2 stellt dem Anwender eine Full-HD-Videokamera sowie einen IR-Sensor bereit, der in der Lage ist, 3D-Aufnahmen zu erzeugen. Ein integriertes Mikrofon-Array erlaubt die Nutzung von Spracherkennungsfunktionen. Durch die Möglichkeit, das komplette System, das in einem durchaus kompakten und robusten Gehäuse Platz findet, in Fertigungsnetzwerke zu integrieren, hat die Kinect 2 das Potential, sich als intelligentes Assistenzsystem für Industrie 4.0-Anwendungen zu etablieren.

Ein Beispiel ist ein mobiles, kontextsensitives Assistenzsystem, wie es sich für Wartungs- und Service-Anwendungen einsetzen lässt. Andere Anwendungen könnten den Zustand von Komponenten, Anlagen oder Lagern überwachen und die gewonnenen Daten an Manufacturing Executive Systeme (MES) zur Auswertung weitergeben, die dann vordefinierte Aktionen auslösen. Dies

könnten Bestellvorgänge ebenso sein wie die Alarmierung von Bedienern oder Wartungspersonal.

### Autonomes System für den mobilen Einsatz

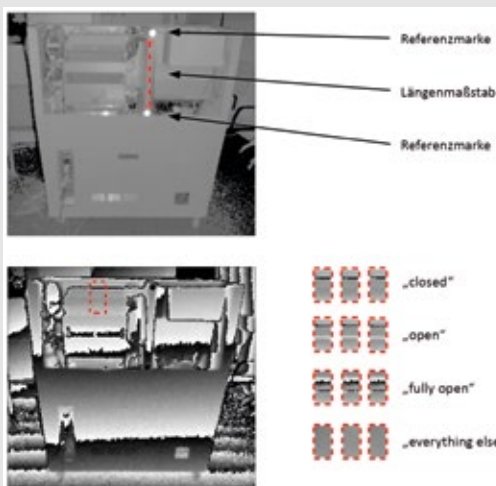
Doch wie muss jetzt ein solches System aufgebaut sein? Und welche Vorteile bietet ein intelligentes Assistenzsystem im Wartungs- oder Servicefall Anwendern und Servicepersonal?

Das hier angedachte System ist autonom und verfügt über eine eigene Stromversorgung, ein intelligentes Betriebssystem, in dem alle benötigten Daten verfügbar sind, eine Kinect 2 zur Erfassung aller Bewegungen und Veränderungen sowie ein Anzeigegerät zur Kommunikation mit dem Bediener. Je nach Intelligenz und Ausstattung können dabei Daten über die Maschine oder Anlage sowie Wartungs- und Reparaturanleitungen in einem lokalen Speicher vorgehalten oder mittels Datenkommunikation aus einer Datenbank heruntergeladen werden.

Die gesamte Einheit lässt sich trotz funktionsmäßig umfangreicher Sensorik in



◀ Die zweite Generation der Kinect Kamera (hier auf Stativ montiert) eignet sich aufgrund ihrer Kompaktheit, Robustheit und der integrierten Sensorik in besonderem Maße für industrielle Anwendungen.



◀ Zustandserkennung einer Maschinenkomponente. Zunächst wird die Maschine über Marken referenziert (oben, Infrarotbild), anschließend die zu beobachtenden Bereiche identifiziert (unten links, Tiefenbild), hier etwa ein Behälter, der geöffnet werden kann. Die möglichen Zustände werden vorab in einem Algorithmus trainiert, der dann die jeweilige Situation beurteilt (unten rechts).

einem kleinen Gehäuse integrieren, leicht und schnell transportieren und aufbauen. Aufgrund einer robusten Ausführung ist der Einsatz in rauen Industrieumgebungen möglich.

### Vorgehen und Funktion

Im ersten Schritt baut der ausführende Techniker das kompakte System so auf, dass die Kinect 2 das gesamte Szenario aus zu wartender Maschine und Techniker erfassen kann. Mit infrarotfähigen Markern, die vom Techniker an der Maschine anzubringen oder schon an dieser vorhanden sind, erfolgt die Referenzierung des Systems. Es erkennt Lage, Position des Geräts und ggf. auch Typ. Über die hinterlegten Daten kann es so die „Regions of Interest“ erkennen, also die für die Wartung und Reparatur relevanten Gerätebereiche. Gleichzeitig erfolgen die Erfassung des Servicetechnikers und die Überwachung seiner Bewegungen. Da es sich hier nicht um eine zeitkritische Anwendung handelt, ist nicht notwendigerweise eine Echtzeitfähigkeit nötig.

In regelmäßigen Abständen überprüft nun das Assistenzsystem den Zustand und die Veränderungen der Komponenten und die Bewegungen des Technikers. Gegenüber herkömmlichen optischen Verfahren erlaubt der 3D-Stream eine deutlich robustere Erkennung der Handlungsschritte. Mittels des Tablets besteht die Möglichkeit, dem Techniker Handlungsanweisungen und Hilfestellung bei Austausch von Teilen, Einstellung/

Inbetriebnahme des Systems oder notwendigen Wartungsarbeiten zu geben. Unterstützt wird dies durch ein im Assistenzsystem hinterlegtes neuronales Netz, das nach einem Einlernvorgang Situationen erkennt und mit Aktionen verknüpfen kann.

### Vorteile des Systems

Ausgehend von der automatischen Erfassung aller Arbeitsschritte und Bewegungen des Technikers ergibt sich eine Vielzahl von Vorteilen.

Hat das Assistenzsystem erst einmal das Gerät erkannt oder vom Techniker über das Bedienteil eine Information über das zu wartende Gerät erhalten, entfällt die Notwendigkeit, Listen zu führen. Über die Schnittstelle stehen alle wichtigen Daten und Abläufe sofort digital zur Verfügung. Für eine einfache Dokumentation kann das Assistenzsystem alle Schritte über die Erfassung markieren und digital dokumentieren. Zudem kann es die Zustände des Geräts am Ende einer Schrittfolge oder Handlungskette prüfen und so den einwandfreien und sicheren Zustand gewährleisten.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Erkennung gefährlicher Tätigkeiten und Bewegungen, sodass der Techniker eine entsprechende Warnung erhält.

Insgesamt spart die automatische Erfassung und Dokumentation Zeit und damit Kosten und erleichtert eine sichere Dokumentation von Zuständen und Abläufen – gerade in Industrien, die eine lückenlose Do-

kumentation kritischer Prozesse und Abläufe erfordern, wie Chemie oder Pharma.

### Weitere Möglichkeiten

Doch damit stehen diese Assistenzsysteme erst am Anfang. In weiteren Schritten ist die Interaktion bzw. der Datenaustausch zwischen Assistenzsystem und zu wartendem Gerät denkbar. (Intelligente Geräte „wissen“, wie sie zu warten sind.) Dies würde schon im Vorfeld eine Diagnose erlauben und so dem Servicetechniker die Möglichkeit geben, die richtigen Ersatzteile noch vor Einsatz zu bestimmen.

Gerade bei sehr komplexen Systemen, die teure Systemspezialisten bei Reparatur und Analyse erfordern, könnte ein solches System helfen, mittels Ferndiagnose einen Techniker vor Ort zu unterstützen, ohne dass der Spezialist längere Reisen auf sich nehmen muss und damit für weitere Hilfe an anderen Systemen nicht zur Verfügung steht.

Ein mobiles, intelligentes Assistenzsystem fügt sich nahtlos in die gesamte Anlagen- und Datenstruktur für Industrie 4.0 ein.

### Autor

**Dr. Michael Kröhn**, Koordinator Forschung und Entwicklung

### Kontakt

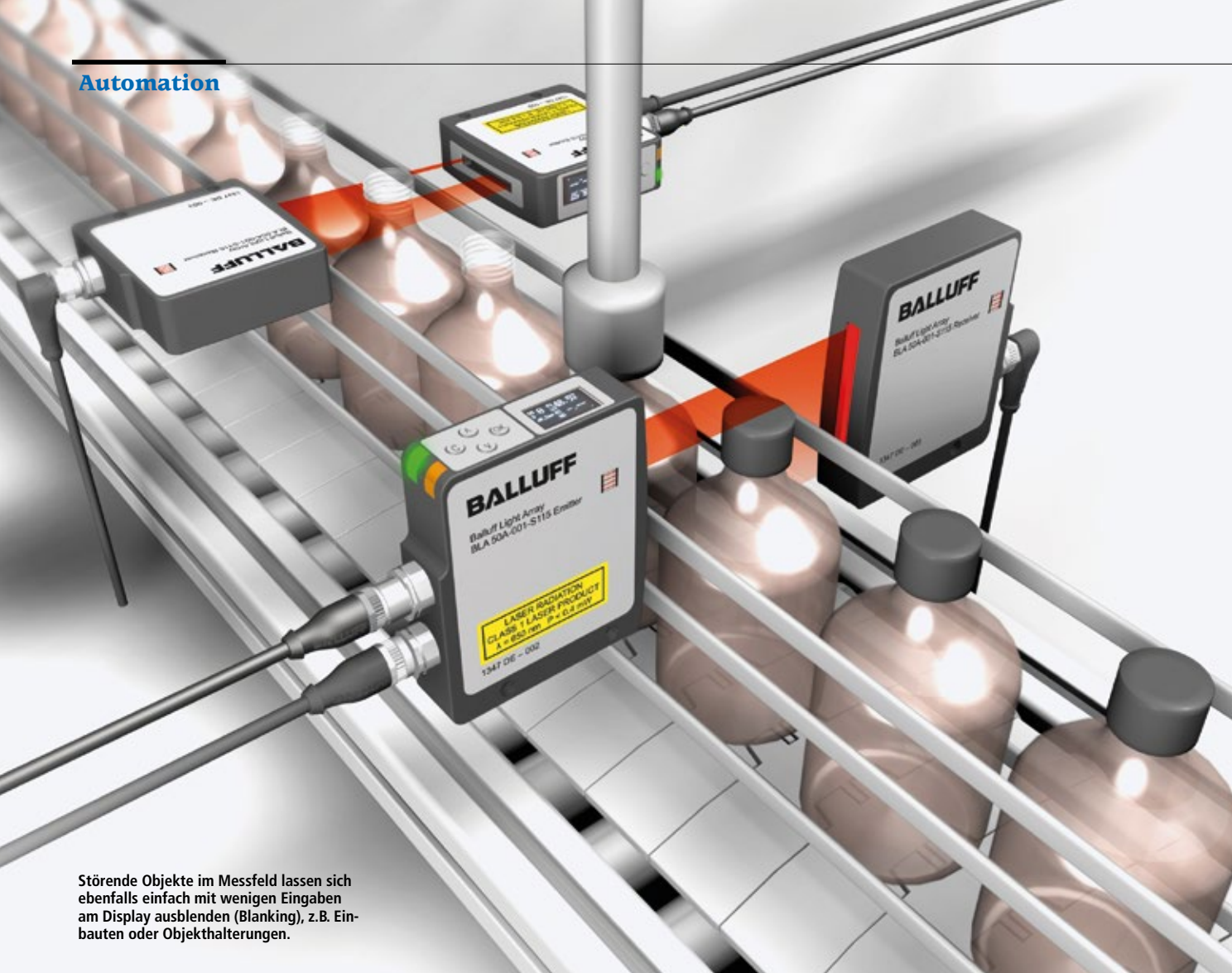
APE Engineering GmbH, Niedernberg  
Tel.: +49 6028 9915 414  
michael.kroehn@ape-engineering.de  
www.ape-engineering.de

## OPTICAL FILTERS

For sensitive imaging and sensor systems



Visit us at VISION, Stuttgart: Booth #1A03  
www.ahf.de :: info@ahf.de



Störende Objekte im Messfeld lassen sich ebenfalls einfach mit wenigen Eingaben am Display ausblenden (Blanking), z.B. Einbauten oder Objekthalterungen.

# Lückenlos erfasst

## Mit einem Lichtband Teile identifizieren und Positionen bestimmen

Sowohl in der Fertigung als auch beim Verpacken oder im Rahmen der Qualitätskontrolle müssen unterschiedliche Objekte anhand teilweise minimaler Größen- oder Höhenunterschiede identifiziert, verglichen oder sortiert werden. Optische und damit berührungslose Verfahren bieten hier deutliche Vorteile.

**M**it moderner Technik lassen sich immer anspruchsvollere Aufgabenstellungen automatisch bewältigen. Die Mitarbeiter, die entsprechende Komponenten und Systeme installieren, in Betrieb nehmen und anschließend bedienen müssen, stehen allerdings gelegentlich vor beachtlichen Herausforderungen. Plug-and-play entspricht nicht immer der Realität in der täglichen Praxis. Das galt bisher zumindest für die optische Objekterkennung beim Sortieren oder bei Anwesenheits- und Höhenkontrollen. Handling und Parametrierung unterschiedlicher Sensoren nebst entsprechender Controller erforderte Geduld und spezielle Kenntnisse;

ähnliches gilt für PC-gestützte Systeme. Dass es einfacher geht, zeigt jetzt der Sensorikspezialist Balluff mit einem neuen Lichtband, das sich einfach in Betrieb nehmen und fast intuitiv bedienen lässt.

### Autarke Lösung entlastet die Steuerung

Das hochauflösende Lichtband besteht aus einem Sender mit einem leistungsstarken Rotlichtlaser und einem Empfänger. Das Licht des Lasers wird über ein Prisma aufgefächert. So entsteht ein absolut homogenes Lichtfeld mit überall gleicher Intensität. Objekte im Lichtfeld wirken abschattend, was die hochauflösende CCD-Zeile im Empfänger eindeutig erkennt. So lässt sich z. B.

bei einem Draht nicht nur die Dicke erkennen und prüfen, sondern auch seine Position erfassen, da nicht die Lichtintensität ausschlaggebend ist. Auch die hochgenaue Spurverfolgung laufender Bahnen innerhalb des 50 mm breiten Lichtbandes ist möglich und selbst bei der maximalen Distanz von 2 m wird eine hohe Auflösung von besser als 0,1 mm erreicht; bei nur 0,3 m Abstand ist eine Auflösung von besser 0,025 mm möglich. Auch sehr kleine Objekte lassen sich auf diese Weise zuverlässig erkennen.

Das Lichtband arbeitet völlig autark und liefert fertige Detektionsergebnisse, daher sind für die Objekterkennung keine weiteren Geräte oder Komponenten nötig, die

für die Auswertung miteinander kommunizieren müssten. Das reduziert den „Traffic“ auf den Datenleitungen. Gleichzeitig wird die übergeordnete Steuerung von den zur Objekterkennung und -auswertung notwendigen Berechnungen entlastet. Und in jedem Fall entfällt der sonst für den Abgleich der unterschiedlichen Geräte einzuplanende Zeitaufwand. Auch wirkt sich die hohe Funktionalität des Lichtbandes zeitsparend bei der Inbetriebnahme und Bedienung aus.

#### Klartextanzeige vereinfacht Inbetriebnahme und Bedienung

Sender und Empfänger sind über das grafische Live-Bild der im Empfänger integrierten Multifunktionsanzeige einfach und schnell auszurichten. Der Anwender kann zwischen unterschiedlichen Erkennungsmodi wählen und die Toleranzlevel an die eigene Applikation anpassen. Per Tastendruck lassen sich bis zu sechs unterschiedliche Objekte einlernen und den drei standardmäßig vorhandenen binärcodierten Digitalausgängen zuordnen. Zusätzlich stellt das Lichtband zwei Analogausgänge zur Verfügung, deren 4...20-mA-Strom- oder 0...10-V-Spannungssignale man vielfältig nutzen kann, z.B. für Kanten- oder Mittelpunkterkennung etc. Sie lassen sich unabhängig voneinander konfigurieren und zwischen „steigend“ oder



„fallend“ umschalten, wobei die Messwerte in Millimetern direkt am Display angezeigt werden. Die übersichtliche Menüstruktur mit gut verständlichen Klartextanweisungen unterstützt den Anwender bei der Anpassung. Die einzelnen Menüpunkte lassen sich per Pfeiltaste anwählen und mit „OK“ bestätigen. Außerdem passt sich das Display der Einbausituation an, da sich die Darstellung

bei Bedarf um 180° drehen lässt. Den Kontrast kann man entsprechend den aktuellen Lichtverhältnissen am Einsatzort variieren, sodass immer eine gute Ablesbarkeit gewährleistet ist.

Störende Objekte im Messfeld lassen sich bei Bedarf ausblenden (Blanking). Dazu genügen ebenfalls wenige Eingaben am Display. Das Lichtband ignoriert dann z. B. Einbauten oder Objekthalterungen. Erkannt wird dann beispielsweise nur der zu prüfende Draht, nicht aber seine Halterung oder ein anderes Maschinenteil, das aufgrund der Einbausituation ins Messfeld ragt. Den vom Sensor auszublendenden Bereich definiert der Anwender beidseitig in 0,1-mm-Schritten. Alternativ kann der auszublendende Bereich auch automatisch bei der Erstinbetriebnahme eingelernt werden; das beschleunigt die Installation und vermeidet langwieriges Nachjustieren.

#### Autor

Stefan Hornung, Produktmanager  
optoelektronische Sensoren

#### Kontakt

Balluff GmbH, Neuhausen  
balluff@balluff.de  
www.balluff.de

# TAMRON

## Die M23FM-Serie

Ultra High Resolution für 2/3" Sensoren

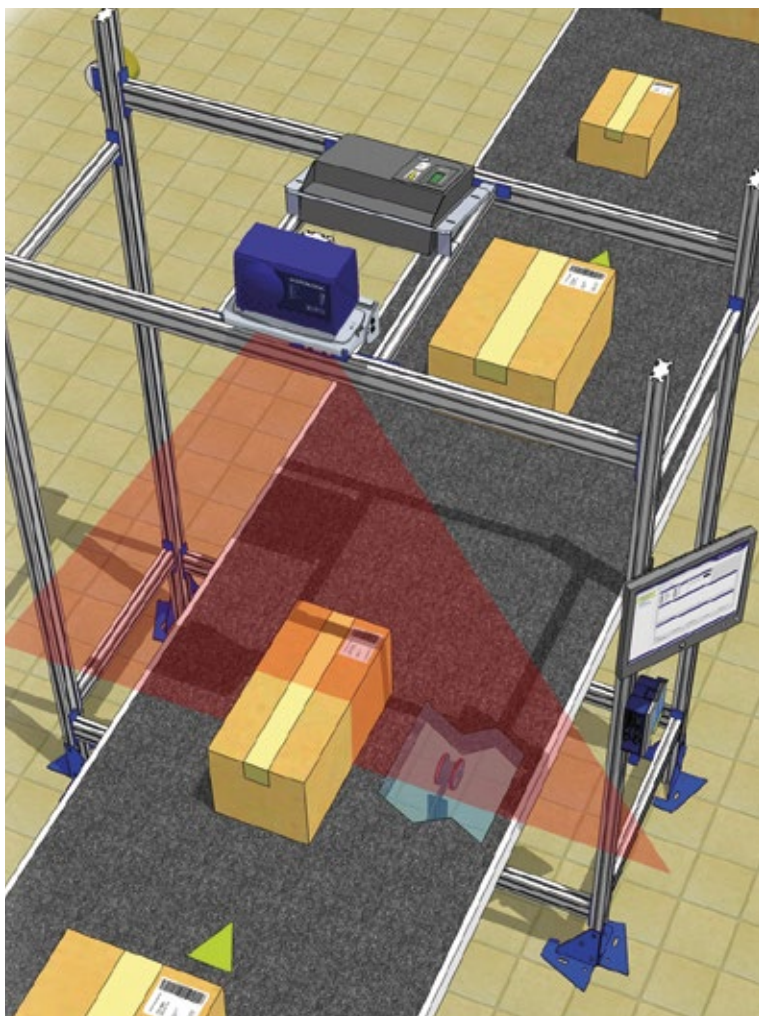
designed value  
**10MP**



- Ultra-Hoch-Auflösend über die gesamte Sensorfläche ■ sehr kurze Naheinstellgrenzen
- sehr geringe Verzeichnung ■ sehr hohe Randausleuchtung
- hohe Lichtstärke für beste Resultate auch bei schlechten Lichtbedingungen
- sehr geringe chromatische Aberration
- Blenden- und Fokusring kann an jeweils drei Stellen fixiert werden
- einfache Scharfstellung durch weiten Rotationsweg des Fokusrings

#### TAMRON Europe GmbH

Robert-Bosch-Str. 9 · 50769 Köln · Tel.: 0221 97 03 25 0 · Fax: 0221 97 03 25 4  
info@tamron.de · www.tamron.de



Der Volumenmesskopf erfasst Länge, Breite und Höhe – auch in der Dynamik auf einer Fördertechnik.

# Auf die Größe kommt es an

Die neue Generation der Volumenmesssysteme

Für Kurier-, Express- und Paketdienstleister ist die Kapazitätsplanung logistischer Ressourcen und die optimale Organisation der prozessualen Abläufe zentraler Bestandteil der Geschäftsgrundlage. Dabei dreht sich alles um die zu transportierenden Einheiten und deren möglichst ökonomische Handhabung, wobei sowohl das Gewicht als auch die Größe gleichermaßen Berücksichtigung finden müssen.

**V**on einer grundsätzlichen Korrelation zwischen Paketgewicht und Paketgröße kann dabei nicht ausgegangen werden. Vielmehr sind kleine Pakete mit äußerst hohem Gewicht oder großvolumige, leichte Einheiten häufig vorzufinden. So lässt sich nur im Zuge einer exakten Bestimmung der Parameter feststellen, wie viele Einheiten transportiert werden können – und ebenso, wie die entsprechen-

de Leistung finanziell abzurechnen ist. In der Realität basieren die Volumenangaben der Einheiten immer noch regelmäßig auf mehr oder weniger genauen Schätzungen durch den Auftraggeber. Dies führt schlimmstenfalls dazu, dass anfallende Mehrkosten von den Dienstleistern selbst getragen werden müssen.

## Volumen statt Gewicht

Ähnliches gilt für das Transportgewerbe: Auch hier sollte die Kapazitätsplanung – beispielsweise bei der Beladung von Lkws – sowohl auf dem Gewicht als auch auf dem Volumen basieren. Werden viele kleine, schwere Einheiten auf einer Palette gestapelt, ist die Abrechnung nach Gewicht sicher von Vorteil. Bei sperriger, aber dennoch leichter Ware ergibt die Berücksichtigung des Gewichts allerdings wenig Sinn: Um hierbei die zur Verfügung stehenden Kapazitäten möglichst ökonomisch zu nutzen, ist es für Transportunternehmen daher von Vorteil, das Wiegegewicht mit dem Volumengewicht zu vergleichen und den größeren der beiden Werte bei der Abrechnung heranzuziehen. Abhilfe schafft die Investition in ein automatisiertes Volumenmesssystem, das in der Lage ist, innerhalb weniger Sekunden ver-

schiedenste Einheiten exakt zu vermessen und so die Kapazitätsplanung zu optimieren.

In der Regel bilden Volumenmesssysteme die Basis für sog. DWS-Systeme (Dimension-Weight-Scanning), die in Form eines Funktionsblocks die Dimensionen, das Gewicht und das Identifikationsmerkmal erfassen und zur Weiterverarbeitung bereitstellen. Die zu transportierenden Einheiten können so aufs Genaueste vermessen und systematisch erfasst werden. Im Detail besteht ein solches System häufig aus der Kombination von Laser- und Kamera-Systemen zur Identifikation (1D- und 2D-Codes), den passenden Waagen und dem Herzstück: einem Volumenmesskopf. Damit dieser den extrem hohen Anforderungen in den beschriebenen Branchen standhält, müssen die entsprechenden technischen Voraussetzungen erfüllt sein. Die Aspekte Messgenauigkeit und Geschwindigkeit sind hierbei elementar und Bedingung für optimierte Prozesse – und damit für den Unternehmenserfolg insgesamt.

## Millimeterarbeit ist gefragt – und zwar schnell

Anhand zweier kurzer Beispiele aus der Praxis lässt sich das noch verdeutlichen: Kleinere Wölbungen oder Unebenheiten



von wenigen Millimetern an einer einzigen Einheit auf einer Palette können bereits zum Problem werden, lassen sich aber im Idealfall noch kompensieren. Dramatischer wird die Angelegenheit, wenn ein solches Detail flächendeckend ignoriert wird und somit wichtiger – und teurer – Frachtraum im Lkw verschwendet werden muss. Manuell lässt sich eine solche Problematik kaum erfassen, entscheidend ist hier eine sehr exakte Messung. Ansonsten sind unökonomischer Transport und ungenaue Rechnungen die direkte Folge. Ganz ähnlich verhält es sich, wenn die Form der zu transportierenden Einheit sich während des Transportprozesses verändert – wie es beispielsweise bei flüssigen oder pastösen Stoffen der Fall sein kann. Hierdurch kann durchaus ein nicht unerheblicher Aufwand für den beteiligten Transportdienstleister entstehen. Vermieden bzw. dem Versender berechnet werden können auf diesem Wege verursachte Mehrkosten nur, wenn sich derartig auftretende Veränderungen während des Transportprozesses exakt erfassen lassen. Angesichts mehrerer zehntausend Einheiten, die täglich an manchen Umschlagplätzen verladen werden, ist offensichtlich, dass eine solche Vermessung gleichzeitig exakt sein muss und dabei möglichst wenig Zeit in Anspruch nehmen darf.



**Ideal für die frachtpflichtige Volumenabrechnung – der kompakte Messkopf DM3610 von Datalogic**

Eine innovative Lösung für Industrie und Logistik stellt der Volumenmesskopf DM3610 von Datalogic dar. Er ist in der Lage die Länge, Breite und Höhe eines Objektes von oben zu erfassen – und zwar auch dann, wenn sich dieses in Bewegung auf einer Fördertechnik befindet. Durch seine äußerst hohe Genauigkeit von  $\pm 5$  mm bei Transportgeschwindigkeiten bis zu 3,1 m/s ist der kompakte Volumenmesskopf, der für gewerbliche Anwendungen zertifiziert ist, prädestiniert für die frachtpflichtige Volumenabrechnung. Dabei können alle für die Abrechnung relevanten Daten im laufenden Betrieb ohne Verzögerung erfasst werden. Zusätzlich besteht die Möglichkeit zur Speicherung von Parametern auf dem PC oder in einem Backup-Modul, was die systematische

Kosten wesentlich genauer gestalten. Die Anschaffungskosten lassen sich bereits nach relativ kurzer Zeit im Zuge optimierter Abläufe amortisieren. Dabei gilt: Je präziser und schneller ein Volumenmesssystem arbeitet, umso größer ist das Einsparpotential. Denn auch das Volumen fällt ins Gewicht!

**Autor**  
**Dipl.-Ing. Bernhard Lenk,**  
 Manager and Head of Transport & Logistics,  
 Tires & Systems

**Kontakt**  
 Datalogic Automation S.r.l., Kirchheim  
 Tel.: +49 7021 509 70 0  
 info.automation.de@datalogic.com  
 www.datalogic.com

„Die Aspekte Messgenauigkeit und Geschwindigkeit sind hierbei elementar und Bedingung für optimierte Prozesse.“

Erfassung und den Austausch von Daten erheblich erleichtert. Das Produkt markiert mit seinen technischen Voraussetzungen eine neue Generation der Volumenmesssysteme – basierend auf langjähriger Praxiserfahrung des Herstellers.

#### Eine lohnenswerte Investition ins Detail

Durch die automatisierte Volumenmessung lässt sich der Betrieb von Warehouse Managementsystemen, Lagerkapazitätsbestimmungen, die Planung von Lkw- und Containerkapazitäten im Versand und die Auswahl des optimalen Frachtführers sowie die Abrechnung der Pakete nach Volumen bei Paketdiensten und im Versandhandel entscheidend optimieren. Dabei bewirkt die Exaktheit des Messsystems, dass sich zum einen die Laderaumnutzung und zum anderen die Berechnung der anfallenden

# When Durability matters,



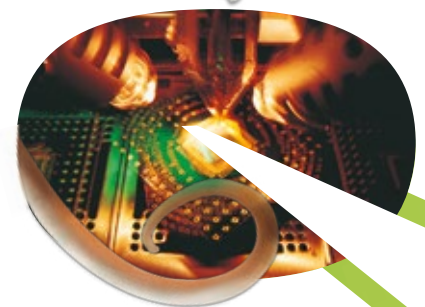
## We have your perfect imaging Match!

Die bewährten Rodagon-Objektive jetzt noch stabiler!

- Neue Variante aus Vollmetall für mehr Stabilität
- Fixierbare Blende via Klemmschraube
- Kompaktes Design für Applikationen auf engstem Raum
- Ideal für große Sensoren

Find your perfect match

**VISION**  
 Qioptiq  
 Hall 1, H 66  
 STUTTGART  
 04-06.11.2014



Phone: +49 89 255 458-0

Mail: vision@qioptiq.de

www.qioptiq.de



Vollautomatische Inspektionsmaschinen AIM 8

# Priorität 1: Patientensicherheit

## Optische Inspektion in pharmazeutischen Herstellungsprozessen

In pharmazeutischen Herstellungsprozessen müssen Patientensicherheit und Produktqualität an erster Stelle stehen. Deshalb gehören qualifizierte Inspektionssysteme zu den wichtigsten qualitativen Schutzmaßnahmen für Arzneimittel.

**W**enn ein Medikament Partikel oder Fremdkörper enthält, liegt eine Produktverunreinigung vor. Diese kann durch kontaminierte pharmazeutische Wirkstoffe, Fremdkörper oder Füllmaterial sowie durch brüchige Behältnisse oder menschlichen Kontakt zustande kommen. Kosmetische Defekte, wie Risse am Spritzenflansch oder Fehler bei der Verschmelzung des Ampulenspießes, sind entweder bereits vorhanden oder können während des Prozesses entstehen. Damit keine verunreinigten Produkte zum Patienten gelangen, werden anspruchsvolle Inspektionstechnologien beispielsweise in der steigenden Entwicklung von Biotech-

Produkten und Mitteln zur Krebsbehandlung eingesetzt.

### Von manuell bis vollautomatisch

Besonders parenterale Produkte, aber auch andere flüssige Pharmazeutika und feste Darreichungsformen müssen einer sorgfältigen Prüfung unterzogen werden. Die am Markt erhältlichen Lösungen reichen von manuellen Tischgeräten bis hin zu vollautomatischen Hochleistungsmaschinen.

Manuelle Inspektionssysteme für pharmazeutische Flüssigkeiten bestehen typischerweise aus einem schwarz-weißen Hintergrund und fluoreszierendem Licht. Jedes Behältnis wird einzeln von einem Inspektor geschüttelt, um die Flüssigkeit und mögliche Fremdkörper in Bewegung zu setzen, und anschließend einer sorgfältigen Prüfung unterzogen. Das menschliche Auge ist allerdings in seinen Inspektionfähigkeiten eingeschränkt. Folglich nutzen Pharmaunternehmen manuelle Inspektionssysteme hauptsächlich bei kleinen Losgrößen für kundenspezifische Anwendungen, Laboranalysen und Stabilitätsstudien. Weitere Einsatzbereiche sind die Auswertung von Test-Sets,

die erneute Inspektion von Ausschussware sowie die Überprüfung vollautomatischer Maschinen. Halbautomatische Inspektionssysteme erleichtern mit automatischen Zuführ-, Sortier- und Auslauffunktionen die Arbeit des Prüfers.

### Static Division Technologie

Automatische Partikelinspektionssysteme haben ihren Ursprung in den 1970er Jahren. Die „Static Division“ (SD) Technologie leitet ihren Namen von der Fähigkeit ab, statische von beweglichen Objekten zu unterscheiden. Das System überträgt Licht durch die Flüssigkeit auf einen optischen SD Sensor. Jedes Behältnis wird zweimal in Echtzeit inspeziert. Dafür wird es in Rotation versetzt und danach gestoppt, wobei die Flüssigkeit im nun stehenden Behältnis weiterrotiert. Die im Behältnis schwimmenden unlöslichen Partikel werfen einen Schatten, den lichtempfindliche Dioden detektieren. Diese Veränderungen in der Lichtintensität werden nur durch bewegliche Partikel, nicht aber durch unbewegliche hervorgerufen, was zu einem deutlichen Rückgang falscher Ausschussware führt.

Seit ihrer Markteinführung im Jahr 1975 wurde die SD Technologie kontinuierlich optimiert. So speichert die regressive Test-Software des neuen SDx Sensors beispielsweise bis zu 1.000 Bilder für die Offline-Bearbeitung und Sichtung auf mobilen Rechnern. Die Bilder dokumentieren fälschlich aussortierte Behältnisse und können zur Fehlerbehebung herangezogen werden. Um über die gleiche Anzahl an Bildern für 300 und 600 ppm zu verfügen, ist die SDx Technologie mit einem neu entwickelten oszillierenden Antrieb ausgestattet.

### Kamerabasierte Inspektion

Automatische kamerabasierte Systeme werden sowohl für die Inspektion von Partikeln als auch von kosmetischen Defekten angewandt. Die Maschine setzt auch hier die Behältnisse in Bewegung und erfasst das von beweglichen Partikeln reflektierte Licht. Während die Behältnisse um mehr als 360° gedreht werden, nehmen Kameras eine Reihe hochauflösender Bilder auf. Anhand eines Bildvergleichs identifiziert das System auch Partikel, die an den Wänden anhaften, sowie Risse am Spritzenflansch und Defekte bei der Kappenverbördelung oder Ampullenversiegelung. Vorprogrammierte Parameter entscheiden, welche Behältnisse ausgestoßen und welche angenommen werden. In den letzten Jahren sind kamerabasierte Systeme erheblich optimiert worden: Höhere Auflösung und Prozessgeschwindigkeiten, künstliche Intelligenz und neuronale Netze, eine grafische Benutzeroberfläche sowie hochwertige CCD- bzw. CMOS-Kameras machen diese Maschinen zu Hochleistungssystemen.

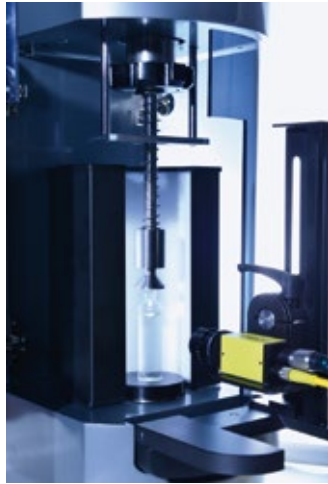
Ein Beispiel dafür ist die AIM Serie, eine neue Generation vollautomatischer Inspektionsmaschinen, die mittel- bis hochviskose sowie gefriergetrocknete Produkte bei einer Ausbringung von bis zu 600 Behältnissen pro Minute prüft.

### Neue Anforderungen, neue Technologien

Bedingt durch die gestiegenen Anforderungen an Produktqualität sind auch im Bereich fester Pharmazeutika zahlreiche Neuentwicklungen auf dem Markt. Aufgrund neuer Software und Darstellungstechniken schreitet die technologische Entwicklung schnell voran. So bieten beispielsweise Maschinen mit Röntgentechnologie umfassende Qualitäts- und Gewichtskontrolle für Kapseln. Qualitätsparameter wie Gewicht, vorhandene Fremdpartikel, Verformung des Kapselverschlusses und -bodens sowie Kapsellänge lassen sich gleichzeitig, in Echtzeit und bei hohem Durchsatz kontrollieren. Die digitale Bildauswertung ist Vibrationen, Luftströmungen und Feuchtigkeit gegenüber unempfindlich und ermittelt über die 100 %-Inline-Gewichtskontrolle hinaus zahlreiche weitere

prozessrelevante Informationen. So wird die Qualität der Kapseln umfassend und in nur einem einzigen Prozessschritt ermittelt.

Inspektionsmaschinen für Tabletten eignen sich für unterschiedliche Tablettenarten und -formen. Die Tabletten werden auf Defekte wie Verfärbung, Bruch und Fremdpar-



Computergestützte visuelle Inspektion für Ampullen, Vials, Karpulen und Spritzen (Etac Easy View)

tikel ab einer Größe von 50 µm geprüft. Sehr präzise kameragestützte Bildverarbeitungssysteme ermöglichen eine 360°-Inspektion jeder Tablette. Dabei inspiziert eine einzige Kamera simultan sowohl die Tablettenoberfläche als auch ihre seitliche Außenfläche. Um auch die gegenüberliegende Seite genau zu prüfen, werden die Tabletten durch einen präzisen Wendemechanismus während des Transports gedreht. Dadurch ist eine Rundum-Inspektion ohne blinde Flecken oder tote Winkel sichergestellt.

### Kombinationen auf dem Vormarsch

Je nach Größe und Art des pharmazeutischen Produktes und Behältnisses erweist sich eine Kombination aus automatischer und manueller Inspektion als sehr verlässliche Herangehensweise. Die Wahl der geeigneten Inspektionsmethode hängt von den Parametern Produktionsumfang, Behältnisgröße und Produktart sowie Kosten-Nutzen-Erwägungen ab. Dabei ist die Entscheidung für robuste und verlässliche Technologien ausschlaggebend für eine hohe Produktqualität. Der Schlüssel zu höherer Patientensicherheit und die Minimierung von Rückrufen liegt im Wissen über die im Markt verfügbaren Technologien – und in der Zusammenarbeit mit erfahrenen Qualitätsanbietern.

#### Autor

Joachim Baczewski, Geschäftsführer und Leiter Inspektionstechnik

#### Kontakt

Bosch Packaging Technology K.K., Tokyo, Japan  
 Tel.: +81 3 5466 2550  
 joachim.baczewski@bosch.com  
 www.boschpackaging.com

# When Flexibility matters,



MODIFY FORM,  
FUNCTION &  
PERFORMANCE

# We have your perfect imaging Match!

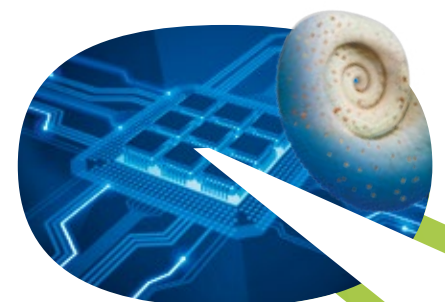
Das Optem Fusion System bietet maximale Flexibilität in der industriellen Mikroskopie.

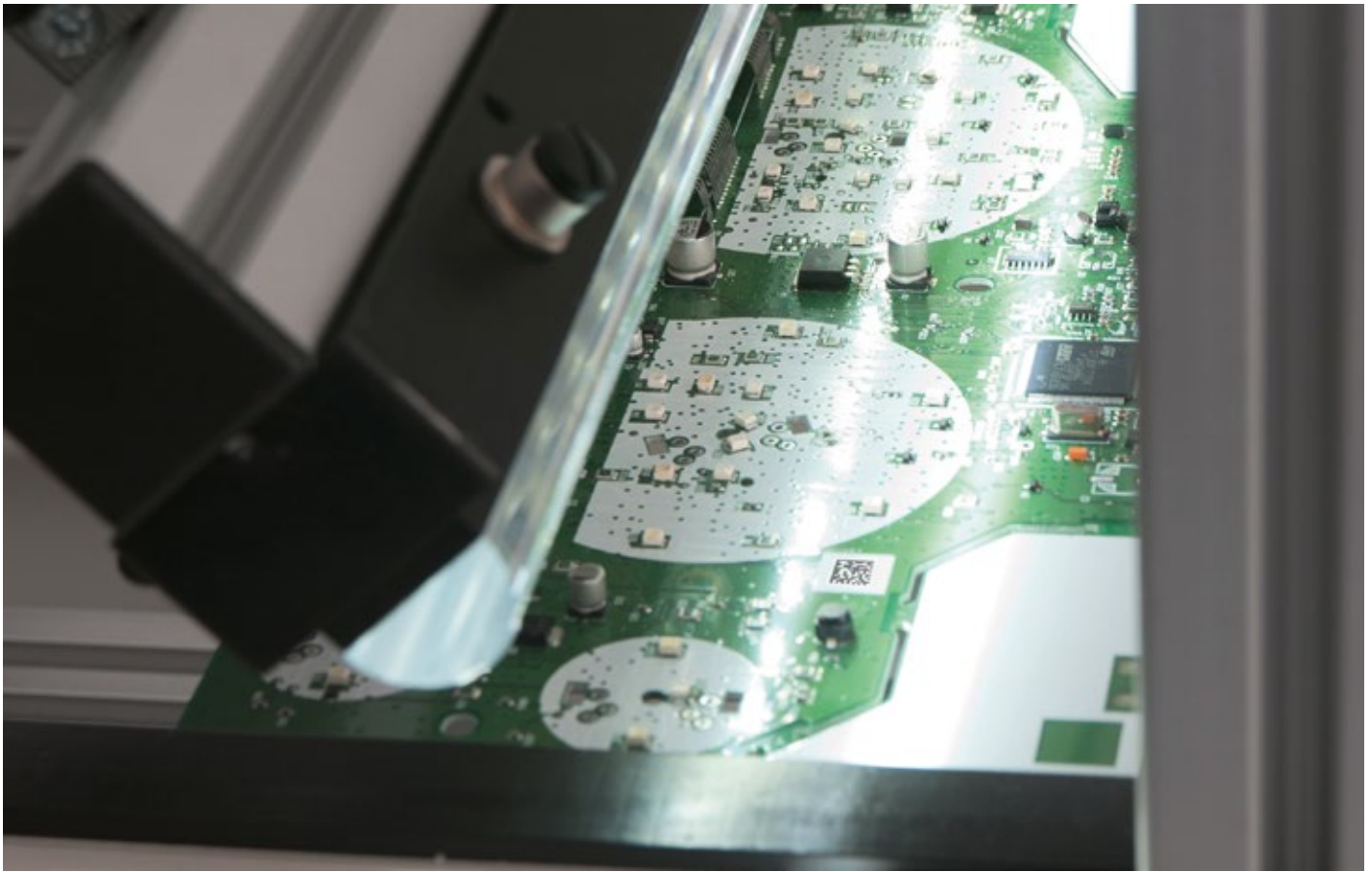
- Modularer Aufbau
- Konfigurierbar als Zoom oder Festbrennweite
- Unterstützt nahezu jedes Kameraformat
- Integrierte Motorisierung, LED Beleuchtung und Fokussierung

Find your perfect match

**VISION**

Qioptiq  
 Hall 1, H 66  
 STUTTGART  
 04-06.11.2014





# Leiterplatten unter der Lupe

**Unermüdlich und zuverlässig – Zeilenkameras dekodieren Barcodes**

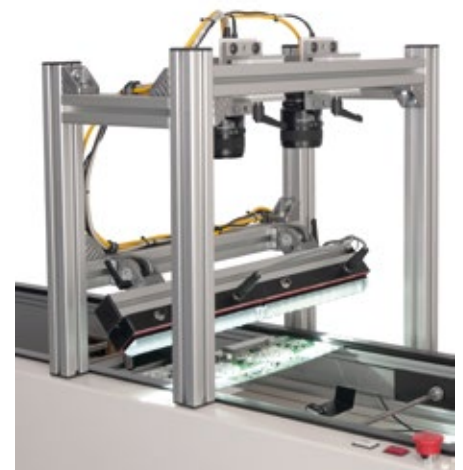
Leiterplatten sind zentraler Bestandteil jedes elektronischen Geräts. Elektronikhersteller setzen bei ihrer Produktion auf automatische Qualitäts- und Prozesskontrolle. Die Nachverfolgbarkeit jeder einzelnen Leiterplatte während der Fertigung ist dabei ein wichtiger Bestandteil.

**D**enkt man an weit verbreitete elektronische Geräte wie Mobiltelefone oder Tablet-PCs, erkennt man, dass insbesondere kleinformatige Leiterplatten an Bedeutung gewonnen haben. Um auch diese mit hohem Durchsatz produzieren zu können, werden sie „panelisiert“, d.h. mehrere kleine Leiterplatten vom gleichen Typ werden auf einer größeren Platine zusammengefasst und erst nach der Herstellung für den endgültigen Test getrennt. Für solche Leiterplatten muss jede Untereinheit nachverfolgt werden.

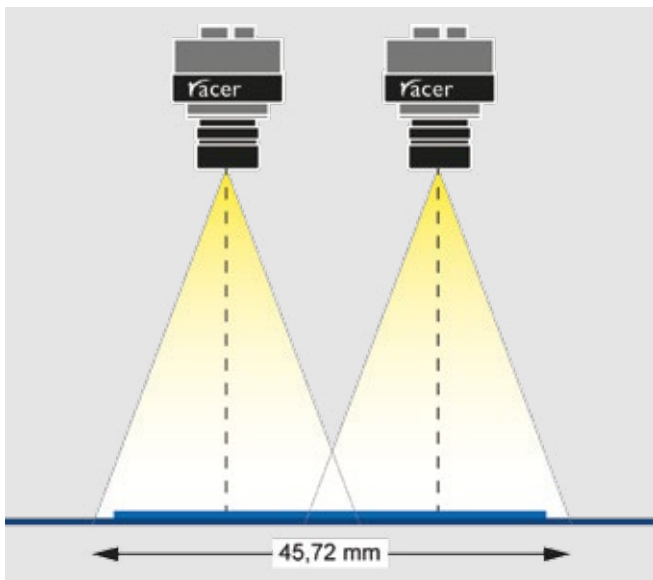
## Das manuelle Lesen der Barcodes entfällt

Doch was genau ist die Herausforderung bei dieser Inspektions-Aufgabe? Jede Leiterplatte und jede ihrer Untereinheiten ist zur Identifizierung mit einem eindeutigen Barcode ver-

sehen. Bisher musste das Lesen der Barcodes manuell durch einen Bediener erfolgen, was ein sehr fehleranfälliger Prozess war. Dank seiner Erfahrung im Markt für Elektronikfertigung hat das amerikanische Unternehmen Microscan eine schlüsselfertige Lösung entwickelt, mit der die Dekodierung der Barcodes auf Leiterplatten automatisiert wird. PanelScan ist ein benutzerfreundliches und einfach integrierbares Nachverfolgungssystem für die Erfassung von Barcode-Daten. Das integrierte System ersetzt den fehleranfälligen manuellen Scanvorgang durch eine Lösung, die eine Dekodierung der Barcodes bei laufender Fertigung und voller Produktionsgeschwindigkeit ermöglicht.



**PanelScan, ein linienbasiertes Vision-System zum Lesen von Barcodes auf Leiterplatten**



Breitere Leiterplatten werden bei laufendem Fertigungsband von zwei Zeilenkameras parallel gescannt.

Die Kernkomponente des Panelscan-Systems ist eine digitale Zeilenkamera vom Typ Basler Racer 6144-16gm. Das System in der Standard-Konfiguration enthält eine einzelne Kamera für Platten mit einer Breite von maximal 25,4 cm. In der Breitformat-Konfiguration für Platten mit einer Breite von maximal 45,7 cm kommen zwei Zeilenkameras parallel zum Einsatz. Die Sichtfelder der Kameras überlappen sich, sodass die Barcodes zuverlässig dekodiert werden können.

Die Kameras sind typischerweise über dem Transportband des Leiterplattenhandlings montiert und nehmen Bilder der Platinen auf, die durch das Sichtfeld laufen. Das System umfasst auch zwei fokussierte Linienlichter sowie einen retroreflektierenden Sensor, der die Bildaufnahme auslöst, sobald die vordere Kante der Platte das Sichtfeld erreicht. Die Verarbeitung der Bilddaten erfolgt über einen separaten PC.

Steven King, Senior Solutions Engineer für Elektronik bei Microscan, erklärt: „Wir haben Basler Racer GigE Kameras aufgrund ihres hohen Leistungsniveaus, der breiten Auswahl von Auflösungen und der einfachen Integration in unsere hauseigene Machine-Vision-Softwareplattform Visionscape gewählt.“

#### Was bleibt dem Bediener zu tun?

Zur Konfiguration des Systems braucht der Bediener nur einmalig pro Inspektionsauftrag eine

Reihe einfacher Aktionen durchzuführen. Zunächst fordert das System die Information an, wie viele Reihen und Spalten panelisierter Platinen auf den großen Leiterplatten angeordnet sind. Der Bediener nimmt zum „Anlernen“ des Systems eine Platte und legt sie auf den Anfang des Transportbandes. Das System erstellt dann automatisch eine Inspektionsroutine, um die Barcodes an allen benutzerdefinierten Positionen abzulesen. Der Bediener startet einen Bild-einzug und lässt die Leiterplatte unter den Zeilenkameras durchlaufen. Wenn der Bediener auf die Schaltfläche „Teach Layout“ klickt, scannt das System automatisch die Platte und liest alle Barcodes ab. Wenn ein Barcode nicht korrekt dekodiert wird, kann der Bediener ein hochaufgelöstes Bild des Barcodes anfordern und ggf. Korrekturen vornehmen. Das System ist danach für den laufenden Betrieb eingerichtet. Alle dekodierten Daten von den Barcodes auf den Platinen werden in einer Logdatei gespeichert, aus der sie leicht wieder abgerufen werden können.

#### Autorin

**Valeria Mix,**  
Technische Redakteurin bei Basler

#### Kontakt

Basler AG, Ahrensburg  
Tel.: +49 4102 463 500  
info@baslerweb.com  
www.baslerweb.com

# Go small. Go fast. Go versatile.



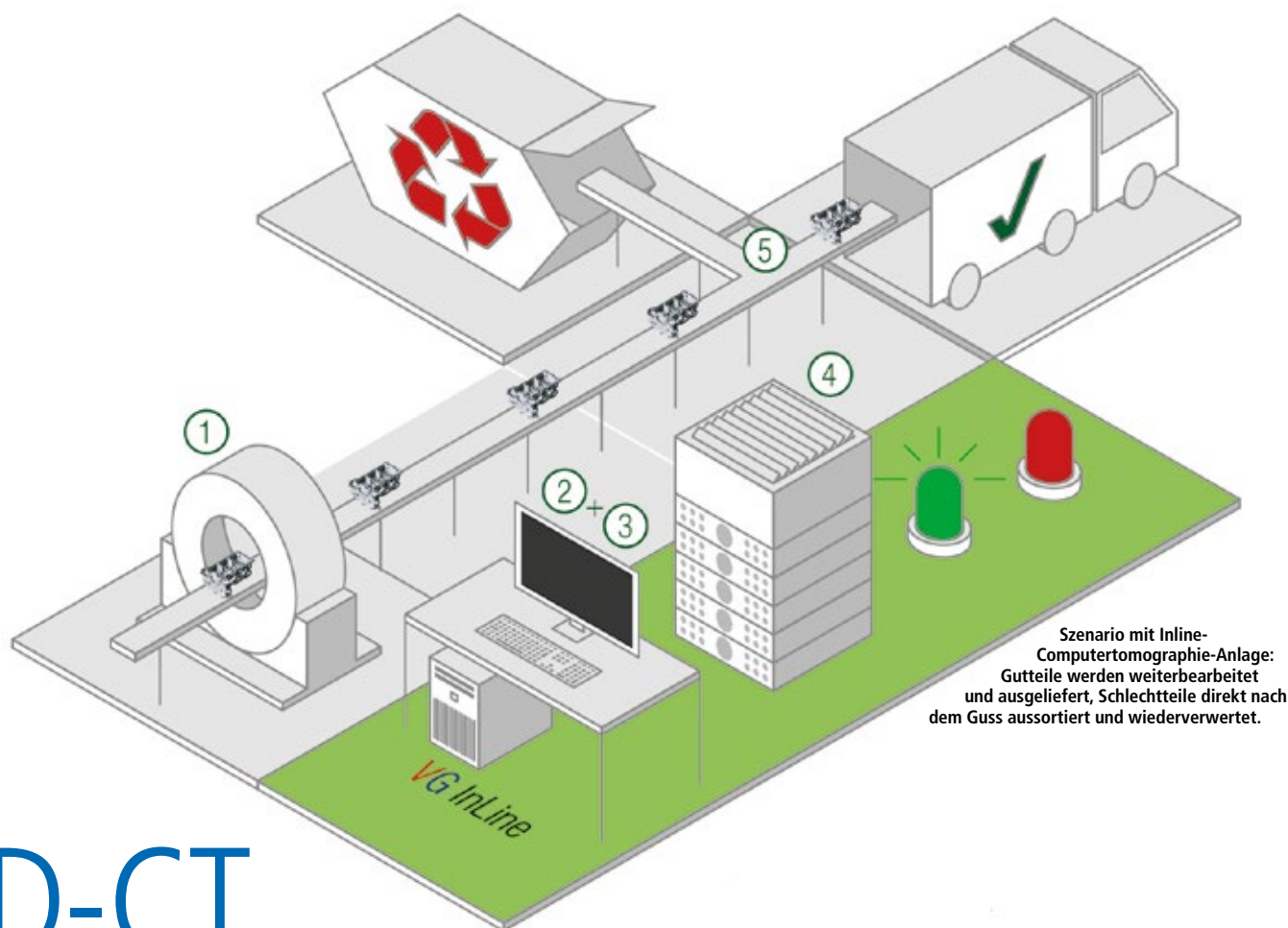
## Kommen Sie in die Gänge mit der neuen Go-Reihe.

Mit der neuen GO-5000 von JAI erzielen Sie unerwartete Leistungen mit einem Fingerschnipp. Sie wiegt nur 46 g, aber wenn es um Leistung geht, ist sie kein Leichtgewicht. Ein 5-Megapixel CMOS-Sensor liefert bis zu 107 fps bei maximaler Auflösung. Mit ihrer Kombination aus ROI und Binning-Fähigkeiten kann diese winzige Kamera fast alle Ihre Wünsche erfüllen - von einer superschnellen VGA-Kamera (mit fast 450 fps) bis zu einer höchstempfindlichen Kamera, die mit der Binning-Technik effektive Pixelgrößen von 10-Mikrometern oder sogar 20-Mikrometern erreicht. Das Beste ist der Preis von unter 999 \$ / 799 €. Wenn Sie also ein Projekt haben, das einen kleinen Push benötigt, geben Sie ihm ein(e) Go! Weitere Informationen finden Sie unter [www.jai.com/go-5000](http://www.jai.com/go-5000).

- ✓ 5 MP CMOS Global Shutter
- ✓ Große quadratische 5-µm-Pixel
- ✓ Bis zu 107 fps bei höchster Auflösung
- ✓ 29 x 29 x 41,5 mm (ohne Objektivanschluss)
- ✓ Camera Link, GigE Vision oder USB3 Vision



See the possibilities



# 3D-CT am laufenden Band

## Vollautomatische 3D-Inspektion für die Röntgen-Computertomographie in der Produktion

Die 3D-Röntgen-Computertomographie, kurz 3D-CT, hat sich rasant weiterentwickelt und an Akzeptanz und Verbreitung gewonnen. Sie nun im nächsten Schritt als Standardverfahren auch in der Produktionsumgebung anzuwenden, überrascht nicht. Allerdings herrschen dort andere Randbedingungen als im Labor.

**B**ereits vor ca. fünf Jahren gab es erste Bestrebungen und auch einige wenige Pilotprojekte, um die aus dem Labor bekannte industrielle 3D-CT auch in der Produktion anzuwenden. Die Vorteile der 3D-CT gegenüber den etablierten 2D-Röntgenverfahren liegen auf der Hand. Die 3D-CT liefert bei weitem mehr Informa-

tionen. So erlaubt sie nicht nur die einfache Detektion von Bauteilfehlern und Merkmalen, sondern auch die exakte Bestimmung ihrer Lage im Bauteil. Mittels 3D-CT können Poren und Lunken nicht nur sehr viel sensibler detektiert, sondern neben ihrer Lage auch ihre Größe und Form bestimmt werden. Dies ermöglicht eine viel umfassendere Klassifizierung der detektierten Merkmale. Außerdem können im Bauteil Wandstärken ermittelt und Soll-Ist-Vergleiche mit CAD-Daten durchgeführt werden. Ganz generell erlaubt die CT bei allen Bauteilen Aussagen über ihre Maßhaltigkeit auch bei verdeckten und innenliegenden Strukturen. Darüber hinaus lassen sich bei faserverstärkten Bauteilen der Faservolumenanteil und die Faserorientierung bestimmen. Es sind genau diese vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten, welche die 3D-CT als universelles, zerstörungsfreies Inspektionsverfahren prädestinieren, dessen Vorteile man sich nun auch in der Produktion zunutze machen möchte.

### Vom Labor in die Produktion

Geht man diesen nächsten Schritt, muss man sich der unterschiedlichen Anforderungen zwischen Labor und Produktion bewusst sein. So beträgt im Labor die reine Messzeit einer CT typischerweise eine halbe Stunde, gefolgt von einer ebenso zeitintensiven, manuellen Auswertung der Daten. Demgegenüber liegt der Produktionstakt von Bauteilen, die mittels CT geprüft werden sollen, typischerweise bei 30 Sekunden. Will man eine 100 %-Prüfung realisieren, müssen sowohl die Messung als auch eine automatische Auswertung in diesem Takt erfolgen.

Grundsätzlich gilt, dass in einem Bruchteil der Messzeit nicht die gleiche Bildqualität erreicht werden kann wie in der vollen Messzeit. So sind sowohl Einbußen im Signal-zu-Rausch-Verhältnis, d. h. im Bildkontrast, als auch in der Ortsauflösung zu erwarten. Die Verwendung besserer Gerätschaften in der Bildkette, wie etwa eine moderne Röntgenröhre und ein empfindlicher Detektor, kön-

nen dies nicht kompensieren. Es genügt nicht, nur eine schnellere Hardware für das Röntgensystem zu verwenden und ggf. noch eine automatische Be- und Entladung vorzusehen, um ein produktionsstaugliches CT-System zu erhalten. Vielmehr muss die eingesetzte Auswerte- und Analysesoftware mit den besonderen Gegebenheiten innerhalb der Produktion in Bezug auf die Auswertegeschwindigkeit und insbesondere auch auf die Bildqualität zurechtkommen.

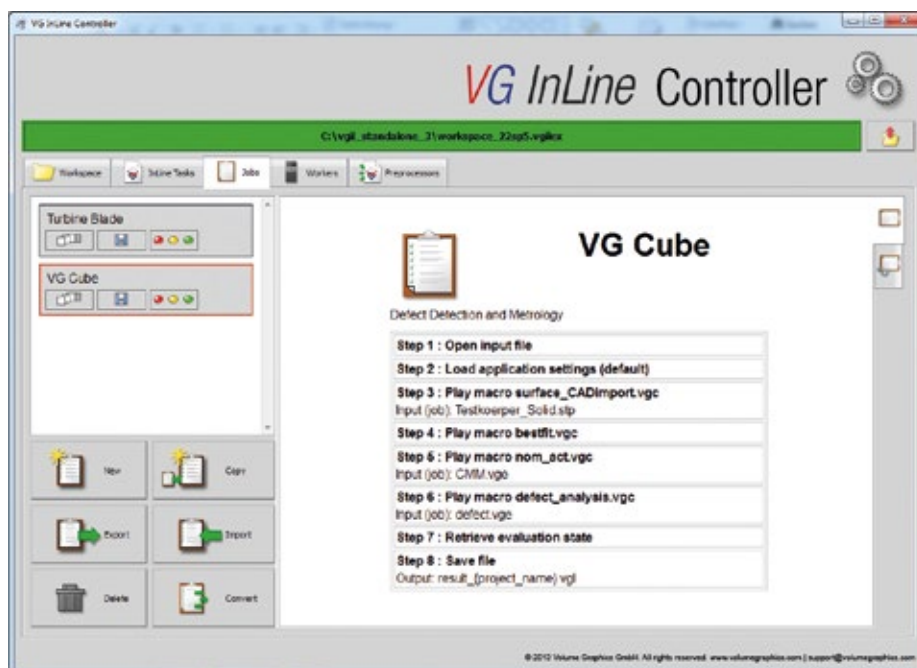
### Kurze Taktzeiten erfordern spezielle Analysen

Volume Graphics hat zu diesem Zweck ihre Analysesoftware für 3D-CT Daten, VGStudio Max, weiterentwickelt und adaptiert. Das Unternehmen stellt in seinen Produkten robuste Analysen für echte 3D-Voxeldaten zur Verfügung (inspect 1/2014, S. 46 ff.; inspect 2/2014, S. 72 f.). Mit diesen können Fragestellungen der Koordinatenmesstechnik, der Wandstärkeanalyse, des Soll-Ist-Vergleichs,

„Mittels 3D-CT können Poren und Lunker nicht nur sehr viel sensibler detektiert, sondern neben ihrer Lage auch ihre Größe und Form bestimmt werden.“

der Orientierungsanalyse und der Defektdetektion (Poren, Lunker, Einschlüsse) bearbeitet werden. Alle Analysen sind für den Nutzer weitgehend parametrisierbar, sodass auf unterschiedliche Bildqualitäten reagiert werden kann. Die Analysen sind makrofähig und kombinierbar und somit bis hin zur vollautomatischen Gut-Schlecht-Entscheidung automatisierbar.

Für umfangreiche Serienprüfungen steht zudem ein neues, spezielles Analysetool zur Verfügung, das explizit auf die Gegebenheiten bei kurzen Messzeiten zugeschnitten ist. Der Anwender kann damit zu Beginn der Serienprüfung quasi ein virtuelles „Golden Part“ erzeugen. Dazu wird eine bestimmte Mindestanzahl an vermessenen und als „gut“ klassifizierten Bauteilen herangezogen und aus ihnen ein Referenzdatensatz erzeugt. Dieser lässt mit hinreichender statistischer Signifikanz Aussagen darüber zu, wie ein Gut-Bauteil normalerweise aussehen sollte und welche Abweichungen an welcher Stelle im Bauteil normal sind. Der Vorteil ist, dass so auch die bei einer CT unweigerlich auftretenden Bildartefakte mittrainiert werden. Liegt ein Referenzdatensatz erst einmal vor, der in der Regel mit Messdaten aus nur einer Schicht erzeugt werden kann, erfolgt dann nur noch ein vollvolumetrischer Soll-Ist-Vergleich. Dabei können Grauwerte im rekonstruierten Datensatz, aber auch komplexere Merkma-



Ansicht einer typischen Prüfvorschrift, bestehend aus einzelnen vom Nutzer selbst zu erstellenden und kombinierbaren Prüfschritten. Das Ergebnis ist eine vollautomatische Gut-Schlecht-Entscheidung.

le wie z. B. Faserorientierungen verglichen werden. Diese Methode ist nicht nur deutlich schneller als die herkömmlichen Analysen, sondern auch ungleich sensibler und weniger fehleranfällig und daher in der automatisierten Prüfung die Methode der Wahl.

### Einfache Automatisierung

Schon die Standardsoftware VGStudio Max bietet weitgehende Automatisierungsmöglichkeiten wie einen Batchbetrieb. Für weitergehende Automatisierungsstufen wie Stichprobenprüfungen in der Produktion oder gar 100 % Prüfungen rund um die Uhr steht mit VG InLine ein spezielles Produkt zur Verfügung. Es hat die gleiche Analysefunktionalität, macht aber auf einfachste Art und Weise aus jeder beliebigen, auch bereits bestehenden CT-Anlage eine automatische Prüfstation. Die Messdaten müssen lediglich in einen freigegebenen Ordner gespeichert werden, auf den die Software Lesezugriff hat. Von dort werden die Messdaten gelesen und die vordefinierte Auswertung läuft vollautomatisch. Das System ist zudem frei skalierbar. Sollte die Auswertung auf einem einzelnen Auswerterechner länger als die vorgegebene Taktzeit dauern, können einfach weitere Auswerterechner hinzugefügt werden. Die Software verteilt die Rechenaufgaben autonom, ohne dass der Anwender eingreifen oder etwas programmieren muss. Mit einem derart verteilten System ist auch immer eine Redundanz und Ausfallsicherheit gewährleistet, was gerade in der Produktion wichtig ist.

Hersteller von CT-Anlagen, die dedizierte CT-Geräte für die Serienprüfung konzipieren und vertreiben, können mit einem speziellen Software Development Kit (SDK) von Volume Graphics die Software direkt von ihrer Anla-

ge aus ansteuern und erhalten ein direktes Feedback, z. B. über den Auswertestatus und die Gut-Schlecht-Entscheidungen.

### Plug & Play

Bis dato waren Serien- oder Inline-Prüfungen mittels 3D-CT spezielle, auf das Prüfproblem zugeschnittene Sonderentwicklungen. Mit VG InLine können nun komplette Prüfabläufe und Messpläne in VGStudio Max aufgezeichnet werden, um dann durch einfaches Plug & Play im automatisierten Prüfbetrieb eingesetzt zu werden. Dem Nutzer eröffnet sich so ein breites Anwendungsspektrum. Er kann nunmehr Prüfabläufe für beliebige Fälle einfach umkonfigurieren. Egal ob kleine Veränderungen am Produktdesign erfolgen oder ob die CT-Anlage zur Prüfung unterschiedlichster Produkte genutzt werden soll, mit der neuen Software entstehen keine zusätzlichen Kosten durch externe Dienstleistung. Damit ist ein ganz wesentlicher Schritt für die Zukunftsfähigkeit und Nutzbarkeit der 3D-CT in der Produktion getan und einer breiten Anwendung dieser Methode steht nichts mehr im Wege.

### Autor

Dr. Sven Gondrom, Team Leader Technical Consulting

### Kontakt

Volume Graphics GmbH, Heidelberg  
Tel.: +49 6221 739 20 60  
gondrom@volumegraphics.com  
www.volumegraphics.com

### Weitere Informationen

 [www.volumegraphics.com/de/startseite](http://www.volumegraphics.com/de/startseite)

# Produkte

## Oberflächenkontrolle von zylindrischen Massenteilen

Zylindrische Massenteile wie Bolzen, Hülsen, Drehteile sind meist nur Cent-Artikel. Die Qualitätsansprüche hinsichtlich Oberfläche und Maßhaltigkeit, gerade im Automobilssektor, steigen stetig. Reine Stichproben reichen lange nicht mehr aus. Mit dem Highspeed Diagonalsortierer DS 200 bietet Dutch Vision System (DVS), Spezialist im Bereich Oberflächenprüfung, ein vollautomatisches Prüfsystem mit stückzahlgenauer Teileverfolgung bei einer Sortierleistung von bis zu 600 Teilen/Minute in Serie an. Eine kundenspezifische Teilezuführung bestehend aus Bunker und Wendelförderer erlaubt den bedienerlosen Anlagenbetrieb über Stunden (Geisterschichten). Die Prüfteile werden auf Oberflächenfehler im Hell- bzw. Dunkelfeld rundum (360°) kontrolliert und optional telezentrisch hochgenau vermessen. Alle Prüfstationen werden parallel und ohne Taktzeitverlust betrieben. Beim DS 200 wird die Standardsoftware der DVS einge-



setzt. Ein intuitives Bedienkonzept unterstützt das kundeneigene Einlernen neuer Bauteile.

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

## Teachen per Display

Den schaltenden Lichtschnittsensor LRS 36 von Leuze electronic kann man mit einer neuen Teach-Funktion direkt am Gerät einlernen. Die drei Standardanwendungen des LRS 36 teach als Flächentaster, als Flächentaster mit Hintergrundausbldung und als mehr-



spuriges Vollständigkeitskontrollgerät („Track Scan“) können nun sehr einfach über das Bedienfeld und die klare Menüführung direkt im Gerätedisplay eingelernt und parametrieren werden. Ein Flächentaster erkennt innerhalb seines Erfassungsbereichs Objekte an beliebiger Position, z.B. auf einer Förderstrecke. Die zu detektierende Objektgröße kann in drei Stufen voreingestellt werden (fein, mittel, grob). Mit der neuen Teach-Funktion entfallen die ansonsten übliche aufwändige Inbetriebnahme und Parametrierung über den PC. Gleichwohl kann die Konfiguration, die per Teach am Gerät festgelegt wurde, von der Software LRSsoft eingelesen und detailliert weiterbearbeitet werden. Line Range Sensoren (LRS) von Leuze electronic arbeiten nicht über einzelne Lichtspots, sondern projizieren einen divergenten Lichtstrahl mittels einer Laser-Linienbeleuchtung. Laser und Empfänger sind gemeinsam in einer kompakten, leicht zu installierenden Einheit untergebracht.

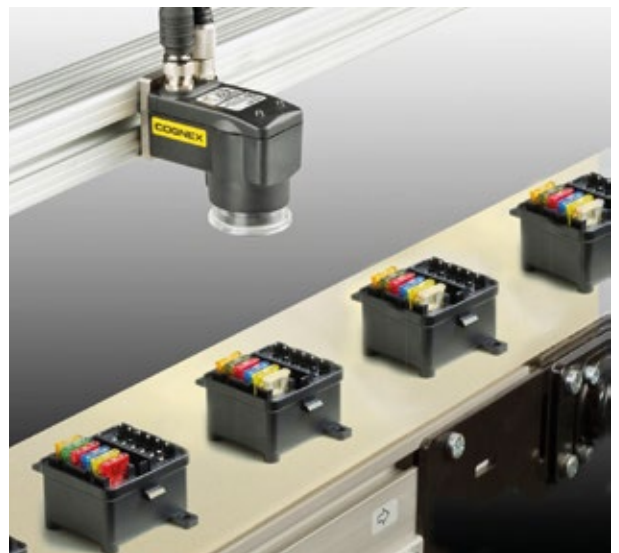
[www.leuze.de](http://www.leuze.de)

## Vision-Sensor für Farbanwendungen

Der neue Farb-Vision-Sensor Checker 4G7C erkennt mit hoher Zuverlässigkeit Teile anhand ihrer Farbe. In seiner ausgesprochen kompakten Bauform macht er das Überprüfen von farbbasierten Anwesenheits-/Abwesenheitsanwendungen besonders einfach. Über die bewährte, benutzerfreundliche Checker-Benutzeroberfläche wird einfach die zu prüfende Farbe mit einem Klick ausgewählt und sofort können die Teile geprüft werden. Mit diesem Vision-Sensor sind Produktionsmanager in der Lage, Vorhandensein, Größe und Position von vielen Merkmalen auf einem einzelnen Teil gleichzeitig zu prüfen. Checker 4G7C prüft mit einer Auflösung von 376 x 240 und verfügt mit Ethernet über die Fern-Setup/-Überwachung sowie Industrieprotokolle für SPS-Kommunikation und Profinet. Integriert ist die ultrahelle

weiße LED-Beleuchtung zum Erfassen und Prüfen von Teilen und Merkmalen mit bis zu 800 Teilen pro Minute. Als Teil der Produktfamilie ist der Checker 4G7C mit der patentierten internen Trigger-Technologie ausgestattet. Neben der neuen Fähigkeit, Teile anhand ihrer Farbe zu prüfen, verfügt er über alle Merkmale, für die Checker bekannt ist, wie flexible Optik, einfaches Setup, die Möglichkeit, einem Auftrag unbegrenzte Sensor-Tools zuzuordnen, sowie intelligente, Logik-basierte Pass/Fail-Ausgabesignale.

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





# VISION MEETS

# APPLICATION.

## GIT VERLAG

A Wiley Brand



© DOC RABE Media | Fotolia

Das erste inspect application forum auf der VISION 2014:



4.-6. Nov. 2014  
Messe Stuttgart

Themen, Trends, Treffpunkte – finden Sie kompetente Partner und innovative Vision-Lösungen für Ihre Branche und Anwendung. Die Teilnahme ist kostenfrei: Einfach online mit dem Aktionscode INSPECT-VISION-2014 für Messe und Forum anmelden..

4.-6. November 2014  
Messe Stuttgart  
Galerie Eingang Ost  
[www.vision-messe.de](http://www.vision-messe.de)

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



# Die Anwendung entscheidet

## Infrarot-Thermometer oder Infrarotkamera?

Messsysteme werden nicht aus Technikverliebtheit eingesetzt, sondern um einen Vorteil für den Anwender zu erzielen. Das gilt auch für die Infrarot-Messtechnik. Denn mit ihr lassen sich Probleme lösen, die mit vielen anderen Techniken nicht fassbar sind.

Für alle Messtechniken gilt, dass ihre Besonderheiten und auch ihre Grenzen berücksichtigt werden müssen. Das trifft uneingeschränkt auch auf die Infrarot (IR) -Messtechnik zu. Zur optimalen Lösung einer Aufgabenstellung müssen möglichst objektive Entscheidungskriterien herangezogen werden, die dem Anwender die Wahl des richtigen IR-Messsystems erleichtern. Dazu zählen neben technischen Aspekten mit ihren Vor- und Nachteilen auch Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen und aussagekräftige Anwendungsbeispiele.

Als im Jahre 1800 Wilhelm Herschel das Sonnenlicht mit Hilfe eines Prismas untersuchte, stellte er fest, dass die thermische Strahlungswirkung der einzelnen Farbanteile von blau nach rot nicht nur zunahm, sondern das jenseits des Roten, im nicht mehr sichtbaren Bereich, die Temperatur weiter anstieg. Damit hatte er die IR- oder Wärmestrahlung entdeckt, die wir auch auf der Haut fühlen, wenn die Sonne darauf scheint.

Die Wärmestrahlung ist also Licht (elektromagnetische Strahlung, Photonen) im für uns nicht mehr sichtbaren Bereich des elektromagnetischen Spektrums.

### Detektortypen

Zur Detektion der IR-Strahlung wird überwiegend dieser thermische Effekt genutzt: Trifft die IR-Strahlung auf ein Element eines Detektors, wird sie in Wärme umgewandelt, wodurch sich die Temperatur des Detektorelements ändert. Durch diese Temperaturänderung ändern sich dessen elektrische Eigenschaften, die als Messsignal abgegriffen und ausgewertet werden.

Es gibt drei thermische Detektortypen:

- **Die Thermosäule**, die den sog. Seebeck-Effekt (thermoelektrischer Effekt) nutzt. In einem Stromkreis aus zwei verschiedenen elektrischen Leitern (Metallen) entsteht bei einer Temperaturdifferenz zwischen den Kontaktstellen eine elektrische Spannung. Diese Spannung ist proportional zur Temperatur. Werden mehrere Thermoelemente hintereinander in Reihe geschaltet, bildet sich die Thermosäule, bei der sich die Spannungen addieren und gemessen



Die vier Produktserien von Optris – Infrarotkameras, stationäre Pyrometer (Kompakt- und Hochleistungsreihe) und Handthermometer

werden. Dieses Messprinzip wird meistens bei punktuell messenden Sensoren eingesetzt.

- **Der pyroelektrische Detektor** funktioniert wie ein Piezokristall. Durch eine mechanische Verformung wird die Struktur des Ionen-Kristalls verändert, was zu einer Ladungstrennung (Polarisation) und damit zu einer Spannungsdifferenz führt, die gemessen wird. Bei dem pyroelektrischen Detektor wird diese mechanische

„Für alle Messtechniken gilt, dass ihre Besonderheiten und auch ihre Grenzen berücksichtigt werden müssen. Das trifft uneingeschränkt auch auf die Infrarot (IR)-Messtechnik zu.“

Verformung durch eine Temperaturänderung verursacht.

- **Bolometrische Detektoren** nutzen die temperaturabhängige Änderung des elektrischen Widerstands von geeigneten Materialien. An diese wird eine Spannung angelegt, die sich ändert, wenn sich durch Wärmeeintrag der elektrische Widerstand ändert. Die Spannungsänderung wird dann als Signal gemessen. Die Detektoren werden auf Basis von Vanadiumoxid (Vox) oder amorphem Silizium hergestellt.

Über die Halbleitertechnologie wurden bildgebende Chips (Focal Plane Arrays, FPAs) auf Basis von Dünnschichtbolometern entwickelt. Auflösungen bis 640 x 480 Pixel (VGA) sind inzwischen Standard.

Neben den thermischen Detektoren gibt es noch sog. Quantendetektoren. Sie funktionieren ähnlich wie CCD- oder CMOS-Kameras: (IR-)Photonen schlagen Elektronen aus einem Halbleitermaterial, die in kleinen Potentialtöpfchen (den Pixeln) gesammelt werden. Beim Auslesen der Pixel ist die Anzahl der Elektronen ein Maß der (IR-) Lichtintensität.

Da bei den Quantendetektoren nicht die etwas trägere Wärmeverteilung und -wirkung genutzt wird, sind sie erheblich schneller (Mikro- bis Nanosekunden gegenüber Millisekunden bei thermischen Detektoren).

#### Eigenschaften der Wärmestrahlung

Wie oben bereits erwähnt, besteht Wärmestrahlung aus Photonen. Alle Objekte strahlen eine gewisse Wärme ab. Wärmebildkameras benötigen daher keine externe Beleuchtung. Allerdings müssen beim Auswerten dieser Eigenstrahlung einige Besonderheiten berücksichtigt werden [1]:

- Unterschiedliche Materialien mit derselben Temperatur strahlen verschieden intensiv. Selbst gleiche Materialien mit unterschiedlicher Oberflächenbeschaffenheit (rau oder glatt) können unterschiedlich stark strahlen. Will man die absolute Temperatur exakt messen, muss der Emissionsgrad  $\epsilon$  des Materials berücksichtigt werden.
- Manche Materialien wirken wie Spiegel für Wärmestrahlung (z. B. blankes glattes Metall). Man muss also aufpassen, dass man nicht versehentlich Objekte misst, die eingespiegelt werden.
- Je heißer ein Objekt ist, desto intensiver strahlt es im IR (proportional  $T^4$ , Stefan-Boltzmannsches Gesetz). Jedoch verschiebt sich das Maximum des Strahlungsspektrums ( $\lambda_{\max}$ ) mit zunehmender Temperatur zu kürzeren Wellenlängen, also zum sichtbaren Spektralbereich (Wiensches Verschiebungsgesetz). Anschaulich wird dies bei sehr heißem Metall: Bei etwa 500°C glüht Schmiedeeisen dunkelrot ( $\lambda_{\max} \approx 6 \mu\text{m}$ ). Erhitzt man es weiter, wird es nicht nur heller, sondern

auch gelblicher bis weiß ( $\lambda_{\max} \approx 1 \mu\text{m}$  bei ca. 3.000°C), da mehr Blauanteile im Spektrum sind.

Für die IR-Messtechnik bedeutet dies, dass ein Detektor ausgesucht werden sollte, dessen Spektralbereich gut in den zu erwartenden Temperaturbereich passt.

#### Auswahlkriterien für den richtigen Detektor

Zunächst muss entschieden werden, ob es ausreicht, die Temperatur in einem begrenzten Messfeld (punktuell) zu bestimmen oder ob es nötig ist, die Temperaturverteilung in einem Messfeld bildlich darzustellen [2].

Die Wärmebilddarstellung ist flexibler, aber auch auswertungs- und kostenintensiver. Allerdings können mit ihr kritische Stellen gefunden werden, die dann mit stationären, punktuell messenden und auch preisgünstigeren IR-Thermometern permanent überwacht werden.

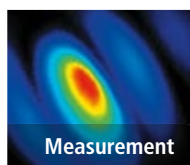
Für punktuelle Messungen bietet beispielsweise Optris drei Serien von IR-Thermometern an:

- Handthermometer für die Instandhaltung und Wartung, mit denen Fehleranalysen und Diagnosen schnell und lokal durchgeführt werden können. Kleine bis große Entfernungen können mit einer Kreuzlaservisier-Einrichtung präzise gemessen werden.
- Stationäre IR-Thermometer mit Laser-Messfleckausrichtung, die Größe und Ort des Messfeldes markieren.
- Stationäre kleine und kompakte IR-Thermometer mit abgesetztem Messkopf für beengte aber auch heiße Umgebungen.

Für alle IR-Messsysteme gilt, dass für einen gegebenen Temperaturbereich die richtige

Fortsetzung auf S. 44

## Applikationsspezifische Kameraserien



Measurement



Microscopy



X-Ray Medical



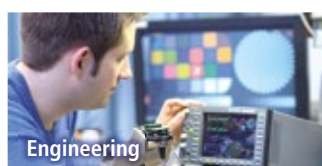
Aviation | Defense



Traffic



Automotive



Engineering



Rugged

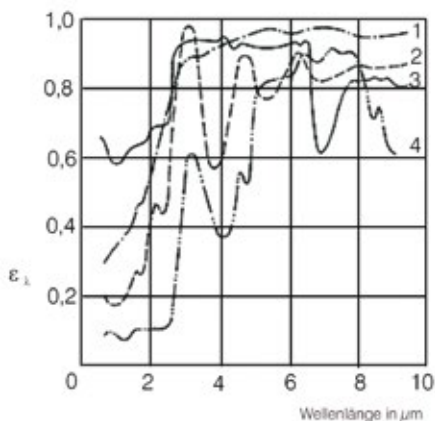


Machinery

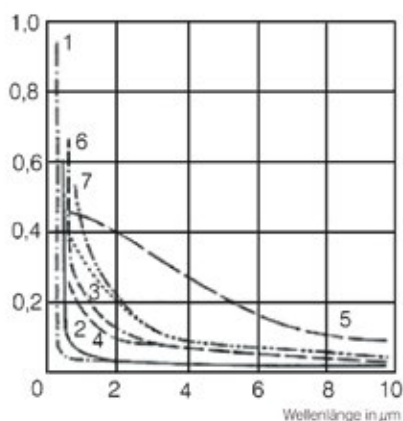
Kappa optronics GmbH

Germany | USA | France | UK/Ireland  
www.kappa.de

realize visions .



Spektraler Emissionsgrad einiger Stoffe  
1 Emaille, 2 Gips, 3 Beton, 4 Schamotte



Spektraler Emissionsgrad von Metallen  
1 Silber, 2 Gold, 3 Platin, 4 Rhodium, 5 Chrom, 6 Tantal, 7 Molybdän

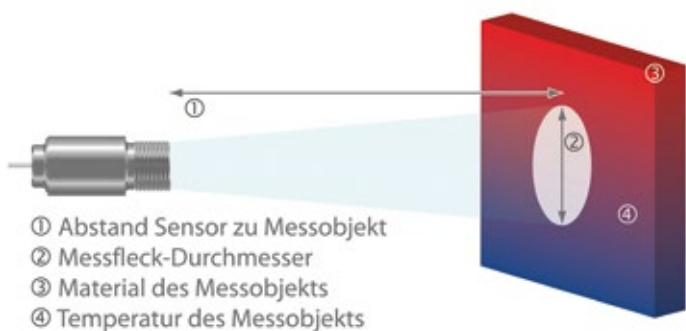
Messwellenlänge gefunden werden muss. Allerdings ist für viele Anwendungen die Thermosäule mit dem Spektralbereich von 8 bis 14 μm und einem Temperaturbereich von etwa -40°C bis +1.000°C gut geeignet. Nach Möglichkeit sollte der Temperaturmessbereich möglichst eng gewählt werden, um ein kleines Rauschsignal bzw. ein großes Signal/Rausch-Verhältnis (SNR) zu erreichen.

Anwendungen der stationären, punktuell messenden IR-Thermometer sind vielfach in der Qualitätssicherung und im Maschinen- und Anlagenbau (OEMs) zu finden, wo die lokale Temperatur ein wichtiger Parameter eines Produktionsprozesses ist.

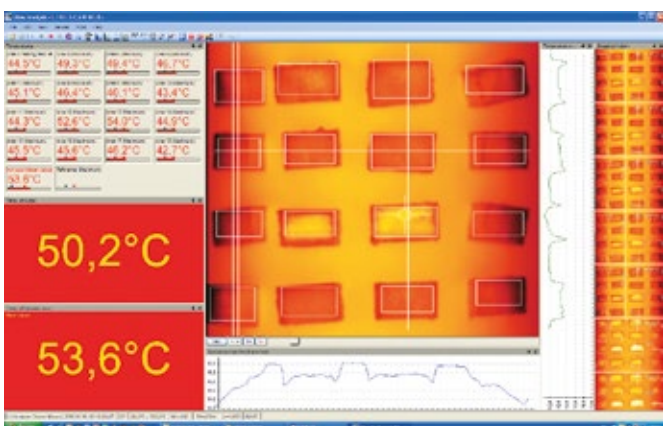
### IR-Kameras

Das Nonplusultra in der berührungslosen (in situ) Temperaturmessung sind Wärmebildkameras. Mit ihnen können größere Bereiche thermisch erfasst und automatisch auf heiße aber auch kalte Stellen (hot oder cold spots) untersucht werden. Selbstverständlich müssen auch hier die oben bereits erwähnten Besonderheiten berücksichtigt werden.

So können beispielsweise die von Optris angebotenen IR-Kameras wie eine Webcam via USB-Port an einen PC oder Tablet angeschlossen und damit leicht in automatisierte Prozesse integriert werden. Sie sind in einer Auflösung bis VGA erhältlich und zurzeit die kleinsten messenden IR-Kameras.



Die vier Kriterien zur Auswahl von IR-Thermometern. Optris hat über 250 Varianten im Sortiment.



Layoutbeispiel zum Darstellen der Zeilenkamera-Funktion

„Zunächst muss entschieden werden, ob es ausreicht, die Temperatur in einem begrenzten Messfeld (punktuell) zu bestimmen oder ob es nötig ist, die Temperaturverteilung in einem Messfeld bildlich darzustellen.“

Über die mitgelieferte Software werden die IR-Kameras bedient und die Wärmebilder ausgewertet. Eine Zeilenkamerafunktion ermöglicht das Aufnehmen auch bewegter Objekte. Wem diese Möglichkeiten nicht ausreichen sollten, der kann über ein SDK die IR-Kameras auch in die eigene Bildverarbeitungs-Softwareumgebung einbinden und die Wärmebilder speziell analysieren. Umfangreiches Zubehör, wie Wechselobjektive, Schutzgehäuse und Montagehilfsmittel, sorgen für eine einfache Prozessintegration.

### Fazit

Die Auswahl des richtigen IR-Temperaturmesssystems richtet sich nach den anwendungsspezifischen Gegebenheiten [2]. Für Systeme, die ein sehr günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis haben, amortisiert sich deren Einsatz besonders schnell. Bei den Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen stehen die Verbesserung der Qualität (Reduzierung des Ausschusses, Verhinderung von Rücksendungen fehlerhafter Chargen) und das Einsparpotential von Energiekosten im Vordergrund.

### Literatur

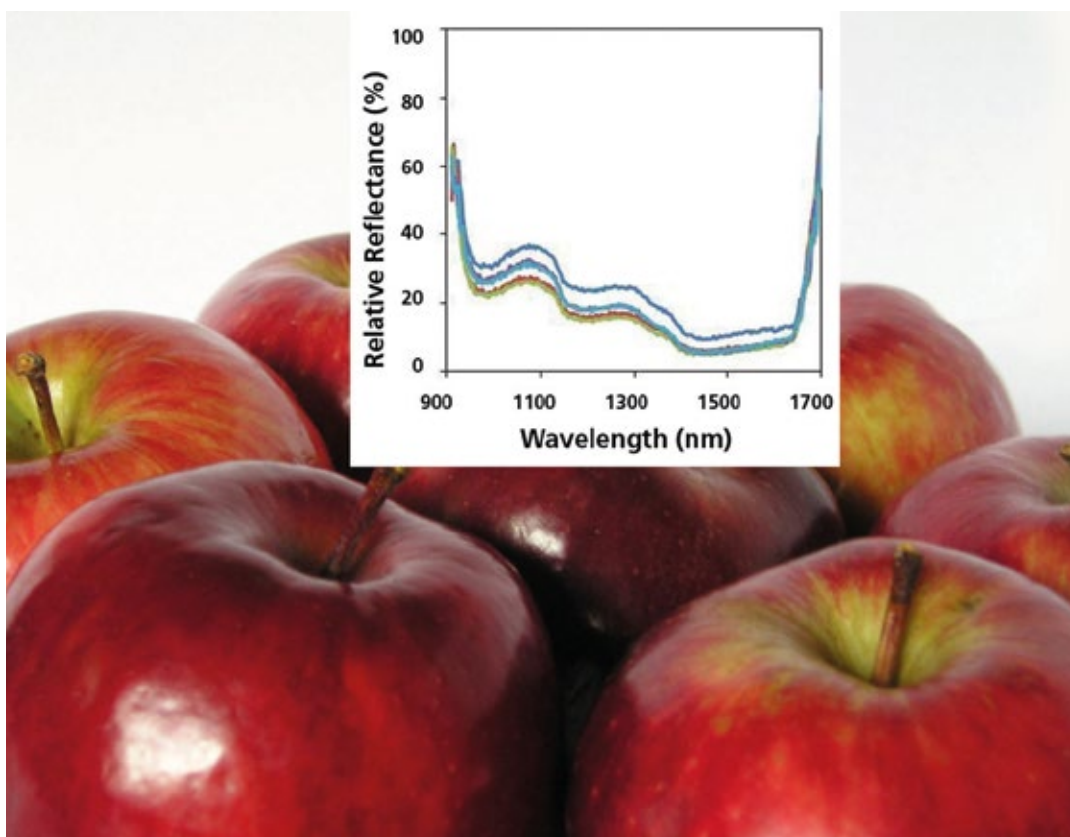
[1] Kienitz, U.: „Wärmebildtechnik als moderne Form der Pyrometrie“; tm - Technisches Messen 2014; 81(3): S. 107-113; De Gruyter Oldenbourg  
[2] „Grundlagen der berührungslosen Temperaturmessung“; Informationsbroschüre der Optris GmbH;

**Autor**  
Dr.-Ing. Helge Moritz, Fachjournalist

**Kontakt**  
Optris GmbH, Berlin  
Tel.: +49 30 500197 0  
info@optris.de; www.optris.de

**Weitere Informationen**  
Download: „IR-Grundlagen“  
www.bit.ly/W3izoG





Typischer Verlauf der relativen Reflektivität von hyperspektral analysierten Äpfeln im Bereich 950 bis 1.650 nm

# Frisch auf den Tisch

## „Hyperspectral Imaging“ vereinfacht die Nahrungsmittelkontrolle

Die Äpfel sollen schön rot glänzen, das Fleisch möglichst zartrosa marmoriert sein. Vor allem erwartet der Verbraucher aber frische und unbelastete Lebensmittel. Moderne Verfahren wie die hyperspektrale Bildanalyse können hier die klassischen Laboruntersuchungen ergänzen oder zum Teil sogar ersetzen.

### Infrarot-Spektrographie

**S**pektrographie im kurzwelligen Infrarot (SWIR) ist eine kontaktlose Mess- und Analysetechnik, die in der Nahrungsmittelherstellung, insbesondere in der Fleischproduktion, seit längerem eingesetzt wird. Dazu sind industrietaugliche Systeme mit Kamera, Frame-Grabber, PC und Monitor, plus Standard-Software zur spatialen Segmentierung, Bildbearbeitung, Speicherung etc., verfügbar. Die Auswertung und Zuordnung der optischen Messwerte geschieht über eine Kalibrierung mit statistischen Relevanz- und Evaluierungsmodellen, wie MLR (Multiple lineare Regression) und PLSR (Partial Least Squares Regression), die den Anschluss an klassische, meist zerstörende Analyseverfahren herstellen.

Die industrielle Spektrographie nutzt die unterschiedliche Absorption und Reflektivität

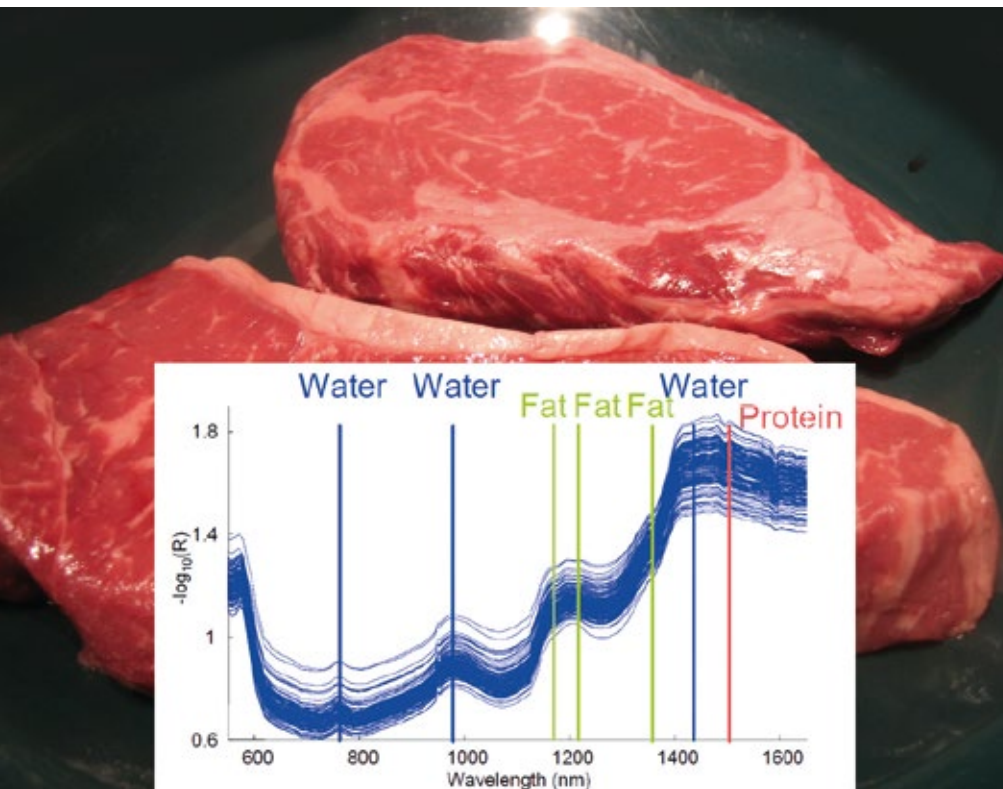
bei Lebensmittelprüfungen relevanten Stoffe wie Wasser (Feuchtegehalt) und molekulare Verbindungen wie Fett, Proteine und Kohlehydrate zum Nachweis über deren Vorhandensein und Konzentration. Besonders im Fokus stehen Molkereiprodukte, etwa bei der Bestimmung des Laktosegehalts. Bei Backwaren wird die Qualität der Zutaten bestimmt. Bei Obst und Gemüse geht es um den Zuckergehalt und die Kontrolle des Erscheinungsbildes und Reifegrads, mit Klassifizierung und automatischer Aus-sortierung.

Zur Analyse von rohem Fleisch werden meist Absorptionsspektren im Bereich 500 bis 1.600 nm ausgewertet. Dabei wird der Proteingehalt in der Spektralkurve etwa bei 1.500 nm angezeigt, die Absorptionen für Fette liegen um 1.400 nm, und typische Maxima für die Wasserabsorption (bei 20°C) um 1.190 und 1.450 nm.

### Hyperspectral Imaging

„Hyperspectral Imaging“ (deutsch: Hyperspektrale Bildanalyse, kurz: HSI) im SWIR ist die aktuelle Weiterentwicklung der Spektrographie als systemische Fusion mit der digitalen Bildverarbeitung. Es erweitert die Information des klassischen Spektrometers durch ein bildgebendes Verfahren in die dritte Dimension, liefert also Bilder über die räumliche Struktur von Objekten mit deren spektraler Signatur. HSI verwendet hochempfindliche Kameras mit einem vorgeschalteten, zur Frequenzselektion durchstimmbaren optischen Diffraktionsglied. Das von der Probe reflektierte Licht wird über einen schmalen Schlitz auf die Breite einer Zeile des Kamera-Arrays begrenzt, das somit als spektral eingegrenzter Detektor fungiert. Das auf den Detektor fallende Licht mit der spektralen Information jeweils einer Zeile

*Fortsetzung auf S. 46*



Typischer Verlauf der relativen Reflektivität von hyperspektral analysiertem Fleisch im Bereich 600 bis 1.650 nm

wird flächig über das ganze Array deflektiert und aufgezeichnet. Es erzeugt damit eine Seite des sog. HSI Data Cube. Diese Visualisierung des dreidimensionalen Informationsgehalts zeigt auf der ersten räumlichen Achse die Ortsinformation, auf der zweiten die Wellenlängeninformation sowie deren Intensität, und auf der dritten die Zeit. Der spektralen Intensität wird ein willkürlicher („falscher“) Farbwert zugeordnet. Das liefert für jedes Kamerapixel ein komplettes Spektrum, aus dem in der nachfolgenden Datenverarbeitung die für die Anwendung relevanten spatialen und spektralen Informationen gewonnen werden.

Durch das Erfassen dieser spektralen Signatur lassen sich Objekte klassifizieren und die räumliche Verteilung ihrer chemischen Bestandteile erkennen. Bei der starken Abhängigkeit der Nahrungsmittelindustrie von den jeweils geltenden Hygienestandards vereinfacht die hyperspektrale Analyse die Überwachung von Produktströmen im Hinblick auf ihre relevanten Eigenschaften und die Inspektion auf Fremdkörper mit komplexen Sortierprozessen. In den USA hat sich HSI bei der Inspektion von Geflügel als Standardverfahren etabliert.

### Multi- und hyperspektrale Analyse

Eine Kamera für das sichtbare Spektrum mit drei für die Primärfarben sensibilisierten Sensoren und Bayer-Farbfilter liefert ein multispektrales Bild in den breitbandigen Farbkanälen Rot, Grün und Blau, allerdings mit geringer spektraler Auflösung. Die Spektralanalyse arbeitet hingegen mit nur einem

Sensor und einem durchstimmbarem Filter zur Selektion eines eng begrenzten Frequenzbandes. Diese Anordnung, meist im sichtbaren Bereich des Spektrums eingesetzt, wird im Allgemeinen als multispektrale Analyse bezeichnet.

Die hyperspektrale Alternative, überwiegend im SWIR verwendet, arbeitet als sog. Push-Broom Scanner, ebenfalls mit zeilenweiser Abtastung und Auswertung über eine Zeilenkamera. Die spektrale Selektion und Filterung übernimmt ein spezielles optisches Grating mit Mikrometer-Strukturen ohne mechanische Elemente. Das Objekt wird bei der Messung auf einem präzise gesteuerten Verschiebetisch Zeile um Zeile synchron mit der Aufnahme sequenz vorgeschoben. Für jedes Pixel in jeder Zeile wird die zugehörige spektrale Verteilung und Intensität gemessen und abgespeichert.

### HSI in der Nahrungsmittelindustrie

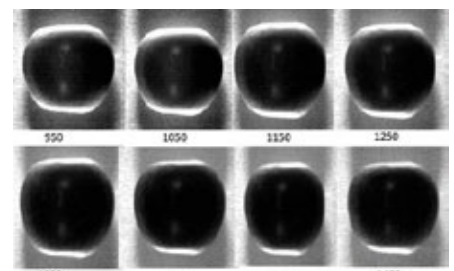
Ein typisches Beispiel für den Einsatz des Hyperspectral Imaging in der Nahrungsmittelherstellung ist ein vor zwei Jahren an der UCD School of Biosystems Engineering des University College in Dublin getesteter Projektansatz zur Bewertung der Qualität von Äpfeln im Hinblick auf ihr Aussehen und ihren Reifegrad. Die hyperspektralen Bilder der Objekte müssen kalibriert und auf ihre relative Reflektivität hin optimiert und normiert werden. Wie immer in diesem Kontext werden die Bilder – nach visuell erkennbar relevanten Bereichen, Schwellenwerten im Farbverlauf, Gradienten etc. – segmentiert, um den Analysebereich einzugrenzen und

„Hyperspectral Imaging ist die aktuelle Weiterentwicklung der Spektrographie als systemische Fusion mit der digitalen Bildverarbeitung.“

das zu untersuchende Objekt optisch vom Hintergrund abzusetzen.

In der nach Spektralbändern getrennten Darstellung des Apfels in acht schmalen Wellenlängenbereichen zwischen 950 und 1.650 nm sind stark unterschiedliche Intensitäten der Lichtreflexion erkennbar. Die Darstellung der Kurve mit den extrahierten spektralen Daten zeigt den typischen Verlauf der relativen Reflektivität mit etwa 60 % um 900 nm, einem fluktuierenden Abfall auf etwa 5 % um 1.500 nm und den erneuten Anstieg auf über 60 % an der Grenze des untersuchten Bandes bei 1.700 nm.

Eine ähnliche Zielrichtung verfolgte ein Experiment mit der Untersuchung von Hühnerfilets zur schnellen und kontaktfreien Vor-Ort-Ermittlung ihrer Belastung mit pathogenen Enterobakterien, ohne den logistisch aufwendigen Einsatz von mikrobiologischen Laboreinrichtungen. Die Untersuchung kommt zu dem Schluss, dass die hyperspektrale Analyse das Potential hat, im großtechnischen Rahmen mögliche Infektionen und Verunreinigungen zu erkennen.



Hyperspektrale Analyse des Frischegrads von Äpfeln. Nach Spektralbändern getrennte Bilder in acht Bereichen

Ein weiterer Versuch beschäftigte sich mit den chemisch relevanten Bestandteilen von Lammfleisch. Deren Quantität und räumliche Verteilung in den untersuchten Fleischproben sollte ermittelt werden. Im Vordergrund des Experiments stand die mögliche Reduktion der komplexen Analyse-Tools für einen wirtschaftlich tragbaren Einsatz. Die zu untersuchenden Lammfleisch-Proben mit drei verschiedenen Muskelarten wurden in Scheiben mit etwa 25 mm Dicke geschnitten, vakuumverpackt und bei 2°C gelagert.



Die beim Hyperspectral Imaging eingesetzte Kamera Xeva-1.7-320 von Xenics

Diese Fleischproben wurden anschließend intakt oder auch homogenisiert der Hyperspektalanalyse unterzogen, um den Wassergehalt sowie die Anteile von Fett und Proteinen zu ermitteln.

Kalibriert wurde auch hier mit PLSR-Regressionsmodellen, um die Eigenschaften der Proben zuverlässig mit den gemessenen Spektraldaten zu verknüpfen. Die Modelle wurden getrennt für die drei zu bestimmenden Eigenschaften Wasser-, Fett- und Proteingehalt aufgestellt und im Hinblick auf die Zahl der verwendeten Regressionsvariablen optimiert. Zu bemerken ist, dass die hyperspektrale Analyse immer nur eine, wenn auch hinreichend statistisch gesicherte, Vorhersage der zu ermittelnden Eigenschaften der Probe darstellt.

Die Ergebnisse dieses Versuchs ergaben gute Korrelationen der Messwerte zur Bestimmung des Wasser- und Fettgehalts und eine hinreichend genaue Ermittlung des Proteingehalts. Die wichtigsten sieben (aus insgesamt 237) analysierten Wellenlängenbänder lagen bei 937, 964, 1.050, 1.141 und 1.391 nm. In der abschließenden Beurteilung kamen die Forscher am University College zu dem Schluss, dass die hyperspektrale Analyse eine gute Alternative zu den klassischen Analyseverfahren für den Wasser-, Fett- und Proteingehalt in verschiedenen Fleischarten ist und diese praxisgerecht visualisieren kann.

#### Kein Bild ohne Kamera

Xenics hat sich auf die Bildfassung im kurzwelligen Infrarot (SWIR) spezialisiert und

liefert Kameras für ganz unterschiedliche Anwendungen. Die in den beschriebenen Beispielen verwendete Kamera Xeva-1.7-320 basiert auf einem Focal-Plane Array mit 320 x 256 InGaAs-Detektoren im 1,7- $\mu$ m-Pixelformat (mit >99% Pixel-Verfügbarkeit) für den Bereich 900 bis 1.700 nm. Die Kamera ist mit unterschiedlichen Bildraten von 60, 100 und 350 Hz lieferbar. Die AD-Auflösung ist wahlweise 12 oder 14 Bit. Die Kühlung geschieht per Konvektion, im ein- oder dreistufigen Peltier-Prinzip. Die Baugröße ist mit 110 x 100 x 100 mm bei einem Gesamtgewicht von 2,1 kg einschließlich Stromversorgung, sehr kompakt.

Die Kamera hat einen Anschluss für verschiedene Objektive im C-Mount-Standard sowie eine Befestigungsmöglichkeit für Spektrometer. Die Belichtungszeiten variieren zwischen 1  $\mu$ s und 100 s. Die Verbindung zum PC geschieht via USB 2.0 oder CameraLink. Die Software umfasst das grafische Benutzer-Interface Xeneth Advanced mit direktem Zugriff auf Kameraeinstellungen wie Belichtungszeit und Betriebstemperatur, Live View des aufgenommenen Bildes, Histogramme etc. Zur Bildbearbeitung stehen Tools für Zweipunkt-Uniformitätskorrektur und Bad-Pixel-Ersatz zur Verfügung.

**Autor**  
Raf Vandersmissen, CEO, Sinfared

**Kontakt**  
Xenics NV, Leuven, Belgien  
Tel.: +32 16 38 99 00  
sales@xenics.com  
www.xenics.com

**GIT VERLAG**

A Wiley Brand

TECHNIK,

DIE BEWEGT.

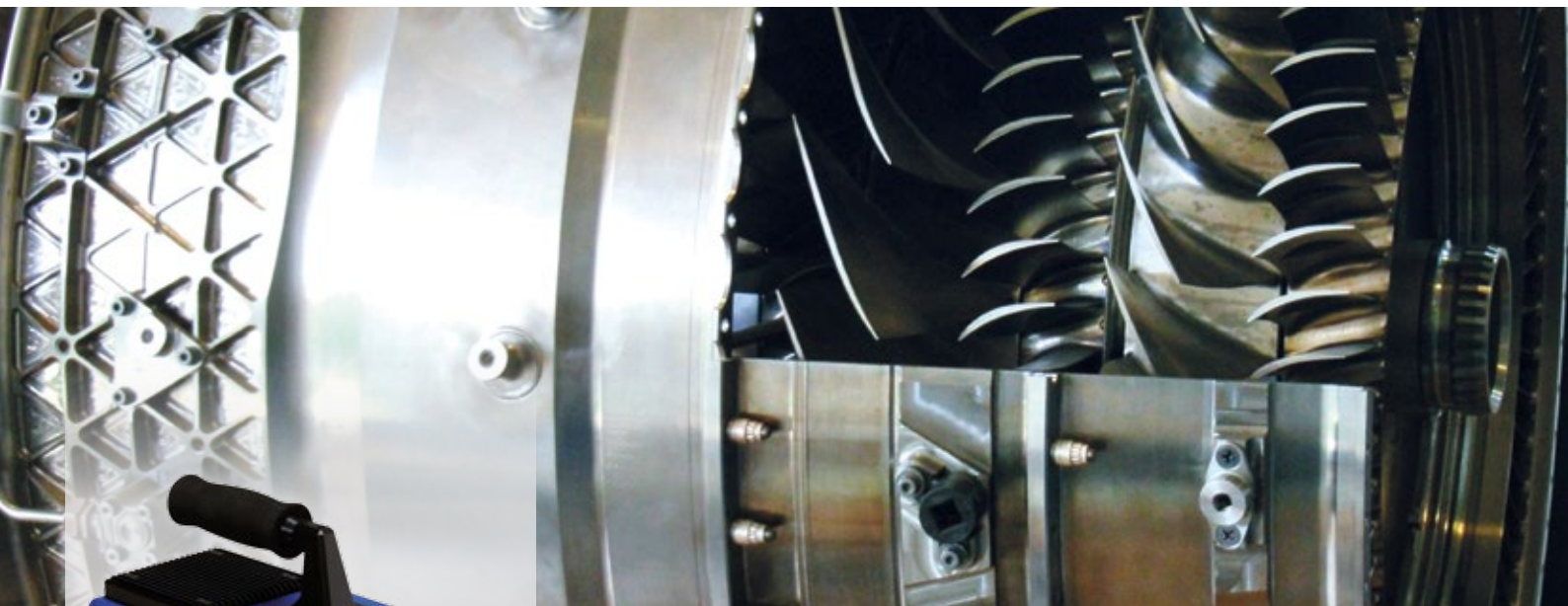


**traffic** messteq drives  
Automation

Sonderausgabe zur SPS IPC DRIVES 2014

Seien Sie dabei,  
bevor der Zug  
abgefahren ist.





# Safety first

## Thermographie sichert die Fertigungsqualität von Flugzeugturbinen

Ingenieure an der RWTH Aachen erforschen die fertigungsbedingte thermische Belastung von Materialien, die in Flugzeugturbinen verwendet werden. Anlass dafür war ein Unfall, der auf Mikrorisse im Bohrloch eines Turbinenteils zurückzuführen war. Eine genaue Analyse, bei welchen Produktionsbedingungen stark beanspruchte Bauteile den höchsten Qualitätsansprüchen genügen, kann hier also über Leben und Tod entscheiden.

Die Untersuchungen von Dipl.-Ing. Matthias Brockmann und Dipl.-Ing. Sascha Gierlings vom Werkzeugmaschinenlabor (WZL) der RWTH Aachen gelten der Temperatur als Hauptvariable des Zerspanprozesses. Die Schwierigkeiten dabei bestehen zum einen in der hohen Geschwindigkeit des Prozesses und zum anderen in relativ kleinen Spandicken im Mikrometerbereich, wodurch eine besonders schnelle und gleichzeitig hochauflösende Wärmebildkamera mit Makroobjektiv benötigt wird. Das WZL kooperiert eng mit dem Fraunhofer Institut für Produktionstechnologie (IPT). Wichtige Einsatzbereiche sind Flugzeugtriebwerke und Komposit-Bauteile für die Luftfahrt- und Automobilindustrie.

2010 erhielten die beiden Institute einen experimentellen Forschungsauftrag zur Untersuchung der fertigungsbedingten thermischen Belastung von Nickelbasislegierungen, die in Flugzeugturbinen verwendet werden. Während z. B. die Schaufeln einer Turbine durchaus im Flug beschädigt werden können, ohne dass Menschen dabei zwangsläufig zu Schaden kommen müssen, hat ein Bruch des Turbinenrades fast immer verheerende Folgen. Daher müssen definierte Materialeigenschaften vorliegen, auch an den bearbeiteten Oberflächen (Geometrie,

Rauheit und mögliche Anomalien der Oberfläche sowie Härte). Kritisch sind zudem Gefügeveränderungen in der Oberflächenrandzone wie Mikrohärtte, mikrostrukturelle Anomalien (Verformungsschichten, Phasenveränderungen etc.) und Eigenspannungen eines Bauteils.

### Einflüsse des Zerspanungsprozesses auf das Werkstück

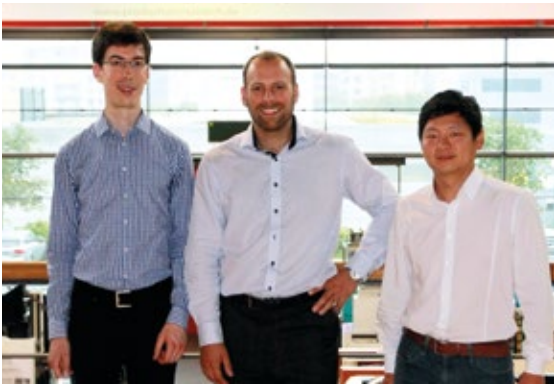
Wichtige Parameter für den Zerspanprozess sind die Geschwindigkeit, die Stärke oder Dicke des Spans sowie die Materialabtragsrate, die sich allesamt auf die Materialqualität und die Temperaturentwicklung im Prozess auswirken. Bei niedriger Schnittgeschwindigkeit und geringer Spanstärke, d.h. mäßigem Zeitspannvolumen, sollte die Qualität des Bauteils theoretisch am höchsten sein. In der Praxis ergeben sich – neben einer sehr niedrigen Produktivität – aber auch Probleme durch entstehende Aufbauschneiden. Sehr hohe Prozessgeschwindigkeit, größere Spandicke und hohe Materialabtragsraten dagegen haben durch die starke Wärmeentwicklung problematische Auswirkungen auf den Verschleiß des Werkzeugs und die Qualität des Werkstücks. Es gilt also die Prozessparameter in einem thermisch optimalen Bereich zu halten, bei dem Qualität und Produktivität gleichzeitig am höchsten sind.



◀ Das Turbinenrad (zur Verfügung gestellt von MTU Aero Engines) besteht aus einer schweren, hochfesten Nickellegierung.

### In der Tradition von Kelvin

Über allen Versuchen steht in Aachen die zentrale Frage: Was passiert genau im Fertigungsprozess? Viele Prozesse stellen sich für die Forscher auch heute noch als „Black Box“ dar, über die vielleicht theoretische Modelle bestehen, deren experimentelle Überprüfung in der Vergangenheit jedoch nicht oder nur unvollständig möglich war. „Mit den thermischen Prozessen beim Zerspanen hat sich bereits im 19. Jahrhundert William Thomson beschäftigt – der spätere Lord Kelvin, nach dem die wissenschaftliche Temperaturskala benannt wurde“, erklärt Matthias Brockmann. Seit den Tagen von Lord Kelvin ist natürlich viel passiert,



(v.l.n.r.): Roland Müller, Sascha Gierlings und Matthias Brockmann

als die Ingenieure des WZL um das Jahr 2000 begannen, Zerspanungsprozesse von hochfesten Metall-Legierungen bei hohen Schnittgeschwindigkeiten experimentell zu untersuchen. Aber „gesehen“ hatte die exakte Temperaturverteilung beim Zerspanen immer noch niemand – die technischen Voraussetzungen für eine solche Visualisierung waren einfach noch nicht gegeben.

### Vorteile der Thermographie

Ganz anders sieht es heute aus, denn das zerstörungsfreie Inspektionsverfahren bietet sich mittlerweile die Thermographie mit hochwertigen, gekühlten Wärmebildkameras an. Das untersuchte Werkstück kann später ohne Einschränkungen weiter verwendet werden. Ein weiterer entscheidender Vorteil: Die angestrebte Qualität wird parallel zum Prozess analysiert, d.h. Signale können bereits während des Herstellungsprozesses ermittelt und interpretiert werden. Daraus lassen sich Entscheidungen treffen, die einen hohen Aufwand und damit viel Geld sparen können: Ein hochkomplexes Werkstück wie ein Turbinenrad hat in unterschiedlichen Stadien seiner Produktion einen bestimmten Wert, der mit dem Grad seiner Weiterbearbeitung steigt. Stellt man also in einem frühen Stadium der Bearbeitung Probleme in den Materialeigenschaften fest, kann die

„Es ist schon ein besonderer Moment, wenn man zum ersten Mal ein Wärmebild sieht, das so bisher noch nie gemessen und überprüft werden konnte.“

Weiterverarbeitung abgebrochen werden, was hohe Folgekosten verhindert.

### Vier Wochen für ein Bild

Was sich zunächst nach einem idealen Einsatzgebiet für die Thermographie anhört, entpuppte sich tatsächlich als hochkomplexe Aufgabe, bei der viele Herausforderungen gelöst werden mussten. „Vom Beginn der Versuche mit einer Thermographie-Kamera bis zum ersten auswertbaren Wärmebild vergingen tatsächlich vier Wochen“, erklärt Matthias Brockmann, um die Schwierigkeiten zu verdeutlichen, die das Team lösen musste. Das war zum einen die exakte Kalibrierung der Kamera, die von den niedrigen Emissionsgraden der Nickel-Legierungen bestimmt war. Jedes Material strahlt oberhalb des absoluten Nullpunkts Wärmestrahlung aus. Verschiedene Materialien geben Wärmestrahlung unterschiedlich

stark wieder ab. Der Emissionsgrad eines Körpers zeigt an, wie viel Strahlung er im Vergleich zu einem idealen Wärmestrahler (einem sog. schwarzen Strahler) abgibt. Übliche Emissionsgrade liegen z. B. bei 0,81 (Kohle) oder 0,94 (Buchenholz). Blanke oder gar polierte Metalloberflächen verfügen dagegen oft über besonders niedrige Emissionsgrade von zum Teil 0,3. Derart niedrige Emissionsgrade erschweren die Ermittlung der tatsächlichen Oberflächentemperatur trotz Einsatz einer leistungsfähigen Wärmebildkamera.

„Außerdem haben wir es hier mit einem Hochgeschwindigkeitsprozess zu tun, d.h. die Thermographie-Kamera muss in der Lage sein, in einer Sekunde mehrere Hundert Bilder aufzunehmen, um den tatsächlichen Moment der Zerspanung überhaupt zu erwischen“, fügt sein Kollege Sascha Gierlings hinzu. „Da der Span bei den Versuchen oft nur wenige Mikrometer dick ist (im Beispiel ca. 15 µm), benötigt man außerdem ein Makroobjektiv, das in der Lage ist, feinste Strukturen darzustellen.“

### Auswahlkriterien für die Kamera

Beim WZL entschied man sich für eine Wärmebildkamera vom Typ Flir SC7600. Die Kamera ist mit einem gekühlten Photoquanten-

Fortsetzung auf S. 50

# Heiß.

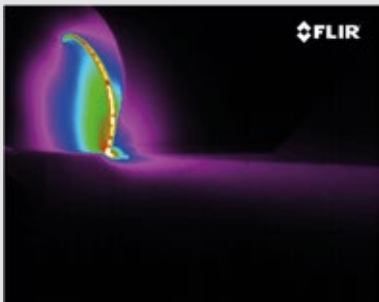
Könnte es sein, dass Sie sich auch für besonders schnelle, robuste, leichte, exakte, individuelle und günstige Gerätevarianten interessieren? Oder für Infrarotkameras? Schauen Sie doch mal rein: [www.optris.de](http://www.optris.de)

Wie Sie es auch drehen und wenden:  
Die Messbereiche unserer berührungslos messenden Infrarot-Thermometer reichen von  $-50^{\circ}\text{C}$  bis  $+3000^{\circ}\text{C}$ .

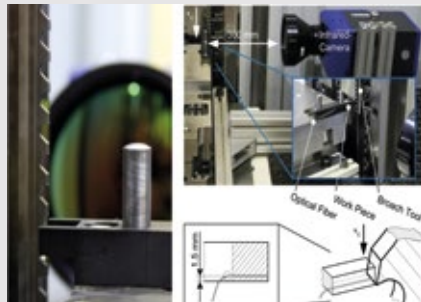


optris  
infrared thermometers

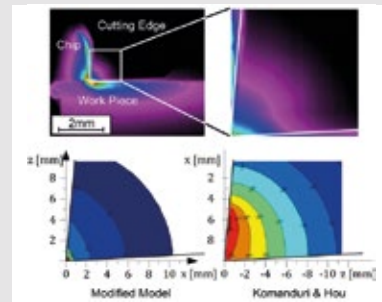
Innovative Infrared  
Technology



Thermographiebild der Temperaturverteilung zwischen Werkstück (unten), Span und Werkzeug (direkt rechts neben dem Span)



Die Versuchsanordnung verbindet die Wärmebildkamera (Infrared Camera) mit den optischen Lichtleitern des 2-Farben-Pyrometers (Optical Fiber). Im Beispiel erfolgt die Bewegung des Werkzeugs (Tool) nach unten.



Oben links das Infrarotbild mit Span (Chip), Werkstück (Work Piece) und Schnittkante (Cutting Edge). Rechts daneben der Bereich, den das Standardmodell etwas anders erwarten ließ. Daraus ergibt sich ein modifiziertes Modell (links unten).

detektor mit 640 x 512 Pixeln ausgestattet und verfügt über die nötige Geschwindigkeit, die hohe Auflösung und ein optionales Makroobjektiv. Die hohe Genauigkeit, wie sie nur eine gekühlte Wärmebildkamera mit Indium-Antimonid-Detektor (InSb) erreicht, die hohe Auflösung und die Fähigkeit zum Teilbild-Modus für hohe Bildwiederholungsgeschwindigkeiten waren dabei die ausschlaggebenden Auswahlkriterien.

Im 1/4-Frame-Teilbild-Modus erreicht die Kamera eine Bildwiederholrate von bis zu 800 Einzelbildern in einer Sekunde. Nur mit dieser hohen Geschwindigkeit können die Forscher ihre drängendsten Fragen experimentell klären. „Uns interessiert: Wohin geht die Wärmeenergie, die bei der Zerspanung freigesetzt wird? In den Span? Ins Werkstück, ins Werkzeug?“ erklärt Sascha Gierlings, und sein Kollege ergänzt: „Dafür können Auflösung und Bildfrequenz eigentlich nie hoch genug sein. Für unsere Untersuchungen benötigen wir tatsächlich die besten Wärmebildkameras, die wir bekommen können.“ Für die Analyse der Rohdaten setzen die Forscher die Flir-Software Altair ein.

Um die SC7600 optimal zu kalibrieren, verwendeten die Forscher des WZL ein speziell entwickeltes 2-Farben-Pyrometer, das nicht mit den industriellen Punkt-Pyrometern vergleichbar ist, die bereits für unter 100 € am Markt erhältlich sind. Es handelt sich hierbei vielmehr um optische Lichtleiter, die lediglich zwei ganz bestimmte, eng definierte Wellenlängenbereiche messen – dafür aber mit einer sehr hohen Genauigkeit. Die Forscher verwenden diese Daten, um die Wärmebildkamera zu kalibrieren – und umgekehrt. „Wir sind wahrscheinlich das einzige Institut weltweit, das sowohl über eine wissenschaftliche Thermographie-Kamera vom Schlag einer SC7600 und ein 2-Farben-Pyrometer verfügt, das preislich übrigens in einem ähnlichen Bereich liegt wie die Kamera und überhaupt nur auf Bestellung produziert wird“, erklärt Matthias Brockmann.

### Neue Erkenntnisse: Praxis schlägt Theorie

Mit diesem besonderen Versuchsaufbau gelang es dem Team weltweit zum ersten

Mal, die exakte Temperaturverteilung beim Zerspanen in einer derart guten Qualität zu visualisieren. „Es ist schon ein besonderes Moment, wenn man zum ersten Mal ein Wärmebild sieht, das in jedem Physiklehrbuch steht, so aber bisher noch nie gemessen und überprüft werden konnte“, fügt Sascha Gierlings hinzu. Und dem Team von WZL und IPT gelang sogar noch mehr als nur die Visualisierung des von Komanduri und Ho postulierten Standardmodells. Aufgrund ihrer Untersuchungen konnte die Theorie an die Praxis angepasst werden. „Das Standardmodell ließ die höchsten Temperaturen etwas oberhalb der Stelle erwarten, an der sich Werkzeug und Werkstück berühren“, erklärt Matthias Brockmann. „Das konnten wir in unserem Fall experimentell so nicht bestätigen.“

### Enge Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Hersteller

„Wir wissen, was vor der Kamera passiert“, erklärt Sascha Gierlings. „Der Kamerahersteller weiß, was in der Wärmebildkamera selbst mit den Daten geschieht. Daher war für uns auch die enge Zusammenarbeit mit den Anwendungsingenieuren wichtig. Uns interessiert z. B. die Frage, ob es eine Fehlerkorrektur für nicht gemessene Pixel in der Kamera gibt. Falls das so ist, würde das unsere Messungen verfälschen. Wir wären also daran interessiert, die Rohdaten unbearbeitet aus der Kamera zu erhalten. Für unsere Zwecke ist es wesentlich sinnvoller zu wissen, welchen Pixel wir ignorieren sollten, als ein schönes Bild zu erhalten.“ Ausdrücklich lobt Gierlings die anhaltend gute Zusammenarbeit: „Flir ging es eindeutig nicht nur darum, eine teure Kamera zu verkaufen. So kam Dr. Raphaël Danjoux vom Schulungszentrum ITC für drei Tage nach Aachen, um gemeinsam mit dem Team der Hochschule die Kamera einzurichten und offene Fragen zu klären.“ Und auch der Kamerahersteller profitiert natürlich von der Nähe zur Forschung, da von dort Anregungen für Weiterentwicklungen kommen – und Nachfrage nach neuen hohen Leistungsanforderungen, die am Anfang nur relativ aufwändig zu erreichen und leider dementsprechend teuer sind.

### Definierte Prozessbedingungen schaffen Sicherheit

Für Flugpassagiere ist es ein echter Sicherheitsgewinn, wenn Turbinenräder in Zukunft unter Beachtung dieser Erkenntnisse gefertigt werden. „Dafür können wir mittlerweile exakte Prozessbedingungen definieren“, erklärt Dipl.-Ing. Roland Müller, der am Fraunhofer IPT für High Performance Cutting (Hochleistungszerspanung) verantwortlich ist und eng mit dem WZL-Team um Gierlings und Brockmann zusammenarbeitet. „Bei genauer Kenntnis der auftretenden Kräfte, der Material- und Werkzeugeigenschaften sowie den Bedingungen beim Zerspanprozess lässt sich ein realistisches Modell der Temperaturverteilung erstellen, welches die bekannten mechanischen Prozesse als Eingangsgrößen verwendet.“

In der nahen Zukunft geht es also um die Definition standardisierter Prozessbedingungen, die eventuelle Materialschwächen im Produktionsprozess gar nicht erst entstehen lassen. Aber auch andere Anwendungen hat das Team schon im Auge: Sascha Gierlings nennt als Beispiel die Hochgeschwindigkeitszerspanung (englisch: High Speed Cutting). Bei diesem Zerspanungsverfahren sind die Schnittgeschwindigkeit durch sehr hohe Werkzeugdrehzahlen und die Vorschubgeschwindigkeit wesentlich höher: „Wenn man hierfür die richtigen Parameter trifft, geht hier ein Großteil der thermischen Energie in den Span und beeinflusst das Werkstück dadurch nicht negativ.“ Eines ist sicher: Den Aachener Forschern werden die „spannenden zerspanenden Themen“ so schnell nicht ausgehen.

### Autoren

Joachim Sarfels, Area Sales Manager Central Europe  
Frank Liebelt, freier Journalist, Frankfurt

### Kontakt

Flir Systems GmbH, R&D-Science Division, Frankfurt  
Tel.: +49 69 950 090 0  
jsarfels@flir.de  
www.flir.com; www.irtraining.eu

# Jenseits der „klassischen“ Bildverarbeitung

## Neue Inspektionsverfahren für pharmazeutische Produkte



Kostengünstige Herstellung bei gleichbleibend hoher Produktqualität und 100 %-Kontrolle, das sind einige der Herausforderungen, denen sich die pharmazeutische Industrie stellen muss. Es überrascht nicht, dass hier die optischen Verfahren eine entscheidende Rolle spielen. Längst auch jenseits des sichtbaren Spektralbereichs.

**A**uch die pharmazeutische Industrie ist stetig neuen Herausforderungen ausgesetzt. Die Forderung nach kostengünstiger Herstellung mittels Erhöhung der Produktionskapazitäten führte zum Einsatz vollautomatischer Inspektionsmaschinen bzw. -stationen, welche die operatorgestützte visuelle Inspektion ersetzen. Nur dadurch konnte in 100 %-Kontrollen die gleichbleibende Qualität der pharmazeutischen Produkte sichergestellt werden. Nach wie vor werden überwiegend bildfassende und -verarbeitende Systeme eingesetzt. Bei einem Durchsatz von bis zu 600 Produkten/Minute inspizieren sie pharmazeutische Behältnisse wie Vials, Spritzen, Ampullen und Ähnliches im sichtbaren Spektralbereich. Prüfkriterien sind z.B. Füllstand, Fremdpartikel, Sitz des Verschlussstopfens bzw. Kolbens, Verbördelung der Alukappe, Kratzer oder Flecken am

Behälter, Risse, Farbmarkierung und vieles mehr.

Im Laufe der Zeit wurden die Produktionsprozesse komplexer, neue Vorschriften und strengere Richtlinien zur Verbesserung der Patientensicherheit wurden erlassen. Mittlerweile sind die damit verbundenen Anforderungen an die Inspektion der Produktqualität mit den Mitteln der klassischen Bildverarbeitung allein nicht mehr erfüllbar. Infolgedessen haben sich in den vergangenen Jahren weitere bildgebende und nicht bildgebende Verfahren jenseits sichtbaren Spektralbereichs etabliert oder etablieren sich gerade.

Als Ergänzung zur klassischen Bildverarbeitung müssen diese Inspektionsverfahren auch für die 100 %-Kontrolle geeignet sein und zerstörungsfrei arbeiten. Und sie müssen schnell sein, um die hohe Produktivität der Inspektionsmaschinen zu erhalten. Anhand dreier Verfahren lässt sich dies exemplarisch darstellen.\*

### NIR-Spektroskopie

Die NIR-Spektroskopie (NIR = Nah-Infrarot) wird in der Pharmaindustrie bereits seit längerem eingesetzt, z.B. zur Analyse der Restfeuchte in Lyophilisaten (Lyophilisierung = Gefriertrocknung).

Mit einer vergleichenden Untersuchung sollten nun verschiedener Produkttypen unterschieden bzw. identifiziert werden. Hierzu wurde ein dispersives Spektrometer eingesetzt. Die Probe wurde dabei mit dem weißem Licht einer Halogenlampe bestrahlt. Das transmittierte Licht wurde dann mittels

eines dispersiven Elements spektral zerlegt und auf eine CCD-Zeile abgebildet. Jedes Pixel darauf entsprach einem bestimmten Wellenlängenbereich. Mit 256 Pixeln und 4 nm/Pixel deckte das Spektrometer den Bereich von ca. 1.100 bis 2.100 nm ab.

Nun sollten vier visuell identische, in Klarglas-Ampullen (5 mL: Ø 14,75 mm) abgefüllte, farblose klare Flüssigkeiten unterschieden werden, um eine Untermischung rechtzeitig zu erkennen bzw. auszuschließen.

API	Konzentration [mg/mL]
Piracetam	190 – 210
Diclofenac	22.5 – 27.5
Ondansetron	1.80 – 2.20
Cereton	237.5 – 262.5

Tab. 1: Zu unterscheidende Produkte

Es wurden zwei Sets verwendet. Bei Set 1 stammten die Proben gleicher Produkte aus der gleichen Charge, bei Set 2 aus verschiedenen.

Die von diesen vier Produkten erhaltenen Spektren (Abb. 1) zeigen im unteren Spektralbereich von 1.100 bis 1.300 nm signifikante Unterschiede. Der verbleibende Spektralbereich bis 2.100 nm wurde aufgrund zu starken Rauschens nicht für die Analyse genutzt.

Schon die visuelle Betrachtung der Spektren (Abb. 1) zeigt, dass eine Differenzierung problemlos möglich sein sollte. Dies wird durch eine PCA (Principal Component Analysis) verifiziert. Die PCA ist eine statistische

*Fortsetzung auf S. 52*

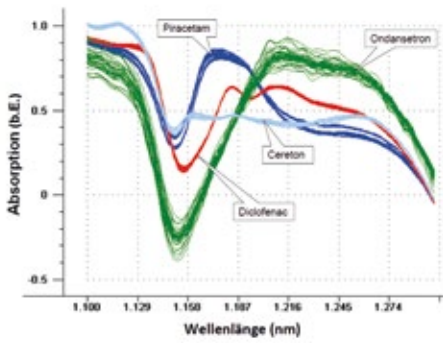


Abb. 1: NIR Spektren von Set 1 und 2

Methode, die eine große Anzahl von möglicherweise korrelierten Variablen auf eine deutlich kleinere Anzahl korrelierter Variablen reduziert, die sog. Hauptkomponenten.

Die Hauptkomponenten wurden anhand von Set 1 ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 2 dargestellt. Jeder Punkt in dieser Abbildung stellt ein Spektrum dar, gekennzeichnet durch nur zwei Parameter, die Hauptkomponenten. Es ist deutlich zu erkennen, dass alle vier Produkttypen damit gut voneinander getrennt werden können. Das bedeutet, dass über die Werte der zwei Hauptkomponenten eine klare und eindeutige Identifizierung der Produkte möglich ist. Angewandt auf Set 2 liefert die PCA nahezu identische Ergebnisse (Abb. 3). Da hierbei die Proben aus unterschiedlichen Chargen stammten, belegt das zudem die Stabilität dieses Verfahrens.

Die Messzeit lag in allen Fällen bei 3 ms. Eine solche Inspektion kann also problemlos in Inspektionsmaschinen der Leistungsklasse bis 600 Produkte/min integriert werden.

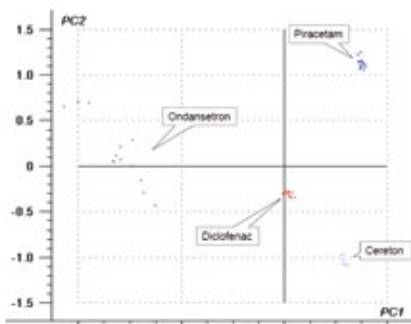


Abb. 2: PCA-Diagramm, Daten von Set 1

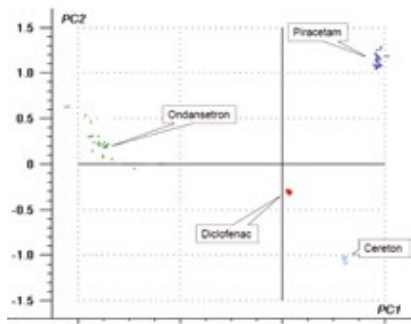


Abb. 3: PCA-Diagramm, Daten von Set 2

X-ray

Röntgentechnologie bietet sich an, wenn Produkte inspiziert werden sollen, die im sichtbaren Spektralbereich undurchsichtig sind, wenn also z.B. Partikel in Lyophilisaten, Emulsionen oder Suspensionen gefunden werden sollen. Es kann aber auch die Stopfenposition unter einer Alu-Kappe oder ein Insulin-Pen auf Vollständigkeit untersucht werden. Weiterhin ist die Prüfung der Unversehrtheit des Nadelschutzes und der Qualität der Spritzennadel einer vorgefüllten Spritze ein denkbare Anwendung.

Für Röntgenstrahlung sind praktisch keine Optiken einsetzbar. Ein Bild entsteht quasi durch Schattenwurf. Die Produkte streuen bzw. absorbieren die Strahlung einer nahezu punktförmigen Quelle, und zwar abhängig von der Materialdichte und -dicke, der Energie der Röntgenstrahlung und der Kernladungszahl der beteiligten Elemente. Die nicht absorbierte bzw. nicht gestreute Strahlung wird dann von einem Detektor registriert.

Inspektionsmaschinen arbeiten in der Regel nicht intermittierend sondern kontinuierlich mit konstanter Geschwindigkeit. Für ein adäquates Röntgensystem bieten sich Zeilenkameras an, sog. TDI-Zeilenkameras (TDI = Time Delay Integration). Sie liefern gegenüber herkömmlichen Modellen eine deutlich höhere Performance.

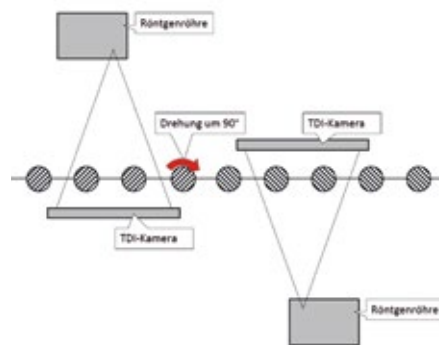


Abb. 4: Anordnung zur 3D-Bilderfassung mittels zweier TDI-Kameras

Eine TDI-Zeilenkamera basiert auf einem Flächenchip. Die in den Chip eingeschriebene Information wird synchron zum Vorschub des zu inspizierenden Produktes Zeile für Zeile weitergeschoben. In diesem Takt werden dann auch aus der letzten Zeile die Daten ausgelesen. Damit erhöht sich die Integrationszeit, was neben einem besseren Signal-Rausch-Verhältnis auch kleinere Pixel und damit höhere Auflösung ermöglicht.

Ein Nachteil dieser Technologie besteht darin, dass sich der Vergrößerungsmaßstab im Bereich des Sensors nicht wesentlich ändern darf und sich daher das zu untersuchende Objekt auf einer Bahn nahezu parallel zu einer Sensorspalte bewegen muss. Der große Vorteil: Diese Technologie ermöglicht bei hoher Auflösung den Einsatz in Hochleistungsinspektionsmaschinen. Die folgenden Beispiele verdeutlichen das.

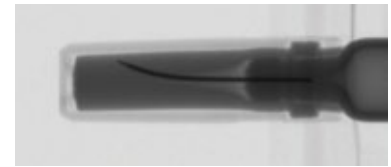


Abb. 5 : Verbogene Nadel – Spritze unten gegenüber oben um 90° gedreht



Abb. 6: Abgeknickte Nadel

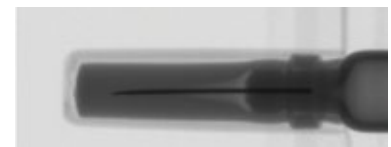
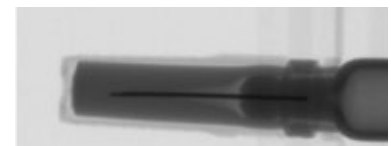


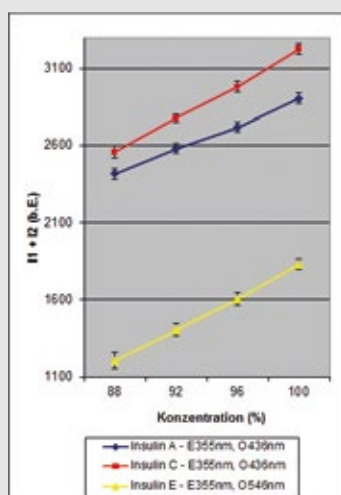
Abb. 7: Nadel mit Widerhaken – Spritze unten gegenüber oben um 90° gedreht

An Spritzennadeln, die unter dem Nadelschutz verborgen waren, sollten unterschiedliche Defekte erkannt werden. Es handelte sich um Glasspritzen mit Rigid Needle Shield: 1 mL, 8,15 mm Ø.

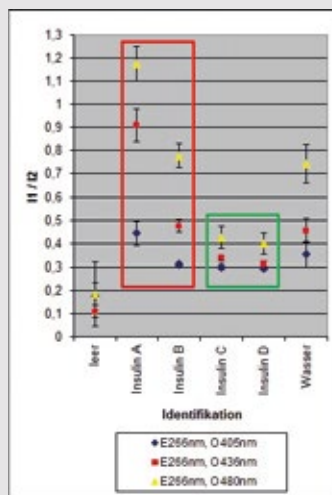
Um korrekte Informationen über die Größe der Defekte, z.B. den Biegegrad zu bekommen, sind mindestens zwei Aufnahmen aus unterschiedlichen Blickrichtungen erforderlich. Der Winkel zwischen diesen beiden Richtungen beträgt idealerweise 90°. Mit zwei solchen Bildern ist dann eine komplette 3D-Rekonstruktion des Objekts möglich. In der Praxis muss das Produkt also zwischen den beiden Aufnahmen gedreht werden (Abb. 4).

Die Abbildungen 5, 6 und 7 zeigen an einigen ausgewählten Beispielen die bei Produktionsleistungen von 600 Produkten/min erreichbare Qualität. Mit diesen Bildern lassen sich alle für den Kunden relevante Defekte erkennen.

So lässt sich aus den beiden Aufnahmen in Abbildung 5 der Krümmungsgrad der Nadel und daraus die verbleibende Materialstärke des Nadelschutzes ermitteln. In Abbildung 6 ist ein weiterer typischer Defekt dargestellt. Der in Abbildung 7 gezeigte Fall war der kritischste, aber auch er ließ sich gut erkennen.



◀ Abb. 8: Konzentrationsmessungen an verschiedenen Insulinen



◀ Abb. 9: Unterscheidung verschiedener Insuline

### Zeitaufgelöste LIF-Spektroskopie

Die laserinduzierte Fluoreszenz-Spektroskopie (LIF-Spektroskopie) eignet sich u.a. zur Messung der Konzentration von Inhaltsstoffen, z.B. während des Abfüllprozesses oder unmittelbar danach in einer Inspektionsmaschine, oder auch zur Produktidentifikation.

Bei dieser Technologie wird die Probe mit kurzen Laserpulsen bestrahlt und das von ihr emittierte Fluoreszenzlicht wellenlängenspezifisch analysiert. Das Fluoreszenzsignal wird dabei zeitaufgelöst aufgezeichnet (zeitaufgelöst). Normalerweise wird bei einer bestimmten Beobachtungswellenlänge das Verhältnis  $I1/I2$  berechnet, dabei sind  $I1$  und  $I2$  Fluoreszenzlicht-Intensitäten in zwei bestimmten Zeitintervallen nach dem Bestrahlen mit dem Laserimpuls. Durch geeignete Wahl der relevanten Parameter kann dieser Wert für bestimmte Stoffe sehr signifikant sein. Selbstverständlich kann auch die Summe  $I1 + I2$  für eine Analyse verwendet werden.

Im nachfolgend beschriebenen Fall betrug die Länge des Laserimpulses ca. 1 ns.

Typische Bestrahlungswellenlängen liegen im nahen UV-Bereich: 266 nm oder 355 nm (frequenzvier- oder -dreifacher NdYAG-Laser). Die Beobachtung erfolgt typischerweise im VIS-Bereich (hier bei 405 nm, 436 nm, 480 nm, 564 nm). Die Zeitfenster sind dabei einige Nanosekunden breit und werden ein paar Nanosekunden nach dem Laserpuls geöffnet. Die Repetitionsrate des Lasers liegt bei 3 bis 15 kHz.

Der Laserpuls wird über Lichtleiter zur Probe gelenkt, auf gleiche Weise wird das Fluoreszenzlicht der Mess- und Auswertereinheit zugeführt. Die Lichtleiter enden bzw. beginnen in einem kompakten Sensorkopf und erlauben dadurch die Beleuchtung und Beobachtung auch an schwer zugänglichen und beengten Stellen.

Die Leistungsfähigkeit des Systems sollte an Insulin demonstriert werden. Hierzu wurden verschiedene Typen von Insulin in den handelsüblichen Karpulen verwendet (Karpule = aus Glas oder Kunststoff beste-

hendes, schlankes zylinderförmiges Behältnis für Injektionsflüssigkeiten).

Die Konzentrationsmessung und die Produktidentifikation waren schon zuvor untersucht worden; in Bezug auf den zweiten Punkt wurden verschiedene Methoden geprüft, jedoch ohne befriedigendes Ergebnis.

Als günstige Kombinationen für Anregung (E) und Beobachtung (O) wurden für diese Aufgabe folgende Wellenlängen ermittelt:

E = 266 nm, O = 405 nm, 436 nm, 480 nm  
E = 355 nm, O = 436 nm, 480 nm, 564 nm

Für die Konzentrationsmessungen wurden durch Verdünnung Proben mit 96 %, 92 % und 88 % des ursprünglichen Insulingehalts hergestellt. Für verschiedene Insuline wurden die Parameter optimiert. Abbildung 8 zeigt die Ergebnisse dieser Optimierung und dass Konzentrationsunterschiede von mindestens 2 % leicht nachgewiesen werden können.

Abbildung 9 zeigt für zwei Anregungswellenlängen (266 nm und 355 nm) die relativen Intensitäten bei verschiedenen Beobachtungswellenlängen (405 nm, 436 nm, 480 nm, 546 nm). Wie man leicht sieht, variieren die Werte  $I1/I2$  für verschiedene Insuline stark. Für jedes Paar oder eine Gruppe von verschiedenen Insulinen können Werte für O, E und andere relevante Parameter gefunden werden, sodass eine eindeutige Identifizierung oder Differenzierung möglich ist.

Dies kann anhand der Differenzierung von Insulin A und Insulin B sowie von Insulin C und Insulin D gezeigt werden:

Insulin A und Insulin B (rote Kennzeichnung in Abb. 9):

Das Verhältnis  $I1/I2$  ist für E = 355 nm bei allen drei Beobachtungswellenlängen nahezu identisch, aber mit E = 266 nm und z.B. O = 436 nm kann ein signifikanter Unterschied beobachtet werden.

Insulin C und Insulin D (grüne Kennzeichnung in Abb. 9):

Hier ist es gerade umgekehrt: Beide Produkte zeigen sehr ähnliche Ergebnisse bei

E = 266 nm, aber mit E = 355 nm wird eine klare Differenzierung möglich.

In ähnlicher Weise können alle Arten von Insulin unterschieden und damit identifiziert werden. Die dargestellten Werte sind quasi Fingerabdrücke der Substanzen.

### Ausblick

Die beschriebenen Inspektionsverfahren waren bis vor kurzer Zeit lediglich für Laborzwecke geeignet. Durch Steigerung der Empfindlichkeit, Miniaturisierung und Robustheit der Sensoren können sie mittlerweile in rauer Industrieumgebung bei hohen Geschwindigkeiten eingesetzt werden. Aufgrund der fortschreitenden Entwicklung werden in absehbarer Zeit in gleicher Weise weitere Technologien Einzug in die Inspektion pharmazeutischer Produkte halten. Jenseits des sichtbaren Spektrums elektromagnetischer Wellen könnten dann bildgebende Verfahren wie Hyperspectral Imaging oder Terahertz Imaging eingesetzt werden, z.B. zur Detektion von Partikeln, die im Sichtbaren verborgen bleiben.

\* Die in den Abschnitten „NIR-Spektroskopie“, „X-ray“, „Zeitaufgelöste LIF-Spektroskopie“ beschriebenen Verfahren und Ergebnisse werden mit freundlicher Genehmigung der Zeitschrift „pharmind“ veröffentlicht. Eine detaillierte und ausführlichere Darstellung auch weiterer Inspektionsverfahren wird mit der Oktoberausgabe der „pharmind“ erscheinen.



pharmind - die pharmazeutische Industrie, ECV Editio Cantor Verlag für Medizin und Naturwissenschaften GmbH, Aulendorf, [www.ecv.de/pharmind.php](http://www.ecv.de/pharmind.php)

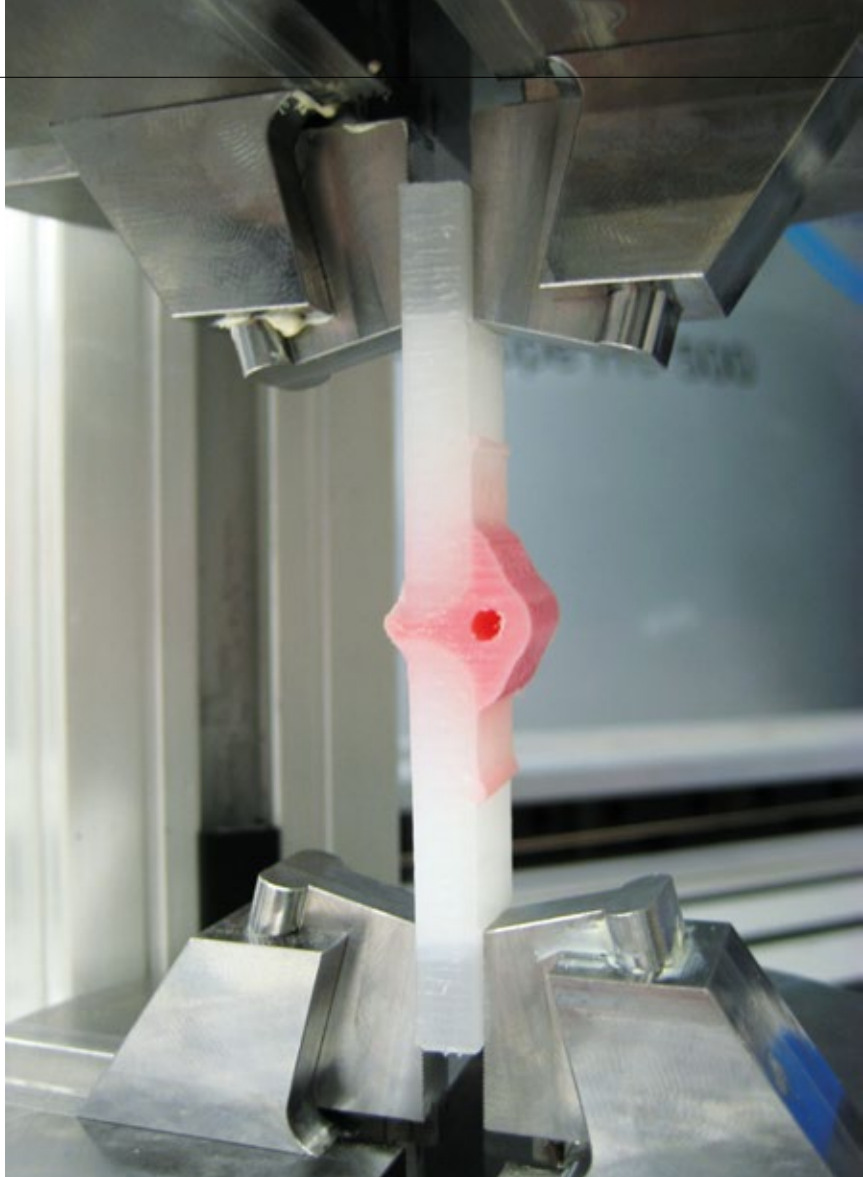
### Autor

Dr. Hans-Georg Schindler, Innovation

### Kontakt

Seidenader Maschinenbau GmbH, Markt Schwaben  
Tel.: +49 8121 802 117  
[hans-georg.schindler@seidenader.de](mailto:hans-georg.schindler@seidenader.de)  
[www.seidenader.de](http://www.seidenader.de)

Die Anwendung der Röntgen-Computertomographie (CT) als zerstörungsfreie Prüfung (zFP) entwickelt sich zunehmend zu einem unverzichtbaren bildgebenden Verfahren in der Qualitätssicherung. Seit dem letzten Jahrzehnt wird diese Technologie verstärkt auch in der dimensionellen Messtechnik eingesetzt.



# In-situ Computertomographie

## Dimensionelles Messen und Materialprüfung an belasteten Bauteilen

**M**aterialwissenschaft, Werkstofftechnik, Verbindungstechnik und vieles mehr profitieren von der Möglichkeit, Bauteile und Proben in Echtzeit unter Kraftereinwirkung zu analysieren. Ein Problem dabei ist, dass bei gängigen CT-Systemen das Objekt von allen Seiten durchstrahlt werden muss. Beim Einsatz von herkömmlichen Zug-Druck-Geräten ist dies nicht möglich, da sich bei der Durchstrahlung bei einigen Winkelschritten sehr massive Komponenten des Zug-Druck-Geräts im Strahlengang befinden und somit die Röntgenprojektionsbilder erheblich gestört werden. Am Fraunhofer Anwendungszentrum CTMT in Deggendorf wurde nun eine portable Zug-Druck-Vorrichtung realisiert, welche auf die Anforderungen der CT-Messtechnik zugeschnitten ist. Sie bietet die Möglichkeit, an Bauteilproben dimensionelle Veränderungen zu ermitteln, die durch Einleitung von Kräften verursacht werden. Die

Möglichkeiten werden hier beispielhaft an der Untersuchung einer Kunststoff-Schweißnaht vorgestellt.

### Problemstellung und Zug-Druck Vorrichtung

Durch zu schnelles Abkühlen einer Warmgas-Extrusionsschweißnaht können im Inneren der Naht Vakuolen bzw. Poren entstehen,

welche sich negativ auf die Verbindungsqualität auswirken. Für den Anwender besteht deshalb ein großes Interesse am Bruchverhalten der Schweißnaht im Bereich dieser Einschlüsse. In Abbildung 1 ist eine durch das SKZ Kunststoff-Zentrum in Würzburg hergestellte Zugprobe dargestellt, in die durch schnelle Abkühlung bewusst Vakuolen eingebracht wurden. Auffällig ist die besonders große Vakuole in der Mitte der Schweißnaht.

In der Praxis wurden bisher verschiedene Versuche mit vergleichbaren Proben durchgeführt, z. B. Zeitstand-Zugversuche. Dabei werden die Dauer, die Dehnungen sowie die Kräfte bis zum Versagen der Zugproben dokumentiert und anschließend analysiert. Für dieses Verfahren existieren Normen und Richtlinien, in denen die Vorgehensweise festgelegt ist.

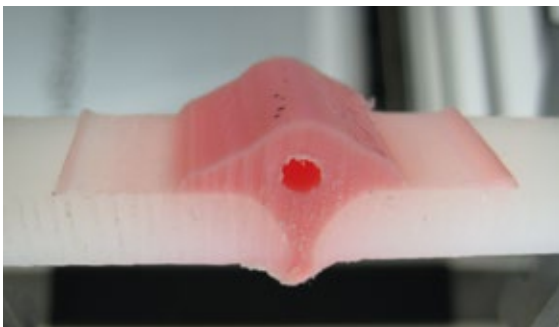


Abb. 1: Zugprobe mit Vakuolen in der Schweißnaht

◀ Abb. 3: WE-Schweißverbindung im eingespannten Zustand

Bei den oben festgeschriebenen Methoden und Verfahren werden die lokalen Veränderungen in der Probe allerdings nicht betrachtet. Die portable Zug-Druck-Vorrichtung des Fraunhofer Anwendungszentrums CTMT ermöglicht CT-Messungen an Zugproben oder Bauteilen, während gleichzeitig Kräfte ein-



Abb. 2: Portable Zug-Druck-Vorrichtung

## „Materialwissenschaft, Werkstofftechnik, Verbindungstechnik und vieles mehr profitieren von der Möglichkeit, Bauteile und Proben in Echtzeit unter Krafteinwirkung zu analysieren.“

geleitet werden. Die Zug-Druck-Vorrichtung kann dabei in konventionelle Computertomographen eingebaut werden, unabhängig vom Hersteller. Abbildung 2 zeigt die Vorrichtung auf dem Drehteller eines CT-Systems.

Die Vorrichtung kann Kräfte bis  $\pm 15$  kN aufbringen, wobei die Proben an den Einspannflächen rotationssymmetrisch oder vierkantig sein können. Der maximale Durchmesser an den Einspannflächen muss kleiner als 45 mm und die Länge kleiner als 150 mm sein. Außerhalb der Einspannflächen kann der Durchmesser der Zugprobe bis zu 150 mm betragen. Abbildung 3 zeigt eine eingespannte Zugprobe.

### Der Versuch

Die Messungen wurden an einem Mikro-Computertomographen des Typs TomoScope HV 500 der Firma Werth Messtechnik durchgeführt. Die vom Hersteller zugesicherte Grundgenauigkeit (Kugelabstandsabweichung) beträgt  $MPE = 4,5 \mu\text{m} + L/75$ , wobei L in mm angegeben wird.

Zunächst wurde als Referenzmessung eine CT-Aufnahme des Prüfobjekts im eingespannten Zustand ohne Zugkraft durchgeführt. Anschließend wurde eine Kraft von 2,5 kN eingeleitet und das Prüfobjekt erneut tomographiert. Die Reißspannung des Prüfteils war bei ca. 55 MPa zu erwarten. Deshalb wurde die dritte Messung mit 4,2 kN, etwa 100 N unter der Reißkraft, durchgeführt. Eine CT-Aufnahme war aufgrund der Messdauer (ca. 30 Minuten) nur in dehnungskonstanter Form des Prüfobjekts möglich.

### Auswertung, Ergebnisse und Diskussion

Die Versuchsauswertung erfolgte mit der Software VGStudio Max 2.2 der Firma Volume Graphics.

Zunächst wurden bei den tomographierten Prüfobjekten der Referenzmessung (0 N) und der 2,5 kN Messung mittels Schwellwertverfahren die Oberflächenkontur bestimmt und zur Durchführung eines Ist-Ist-Vergleichs beide CT-Modelle aufeinander abgebildet (re-

*Fortsetzung auf S. 56*

## SCHNELLER DEN UNTERSCHIED FINDEN!



## VG INLINE – AUTOMATISIERTE CT-PRÜFUNG

VG InLine ist die neue CT-Analyse-Softwarelösung von Volume Graphics, die speziell auf die Besonderheiten von In- und At-Line-Prüfszenarien zugeschnitten ist. VG InLine bietet dabei sämtliche derzeit verfügbaren Analysen für komplexe Messtechnikanwendungen, Soll/Ist-Vergleiche und Werkstoffprüfungen, an Kunststoff- genauso wie an Leichtmetallbauteilen und arbeitet diese im Produktionstakt ab.

Sie wollen mehr erfahren? Sprechen Sie uns an!



### VOLUME GRAPHICS GMBH

Wieblinger Weg 92a | 69123 Heidelberg

Tel.: +49 6221 73920-60 | Fax: +49 6221 73920-88

sales@volumegraphics.com | www.volumegraphics.de

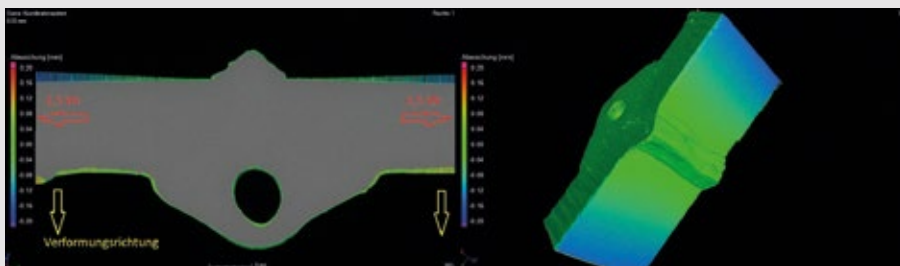


Abb. 4: Farbcodierte Darstellung des Ist-Ist-Vergleiches der Referenzmessung (0 kN) mit der Messung mit 2,5 kN

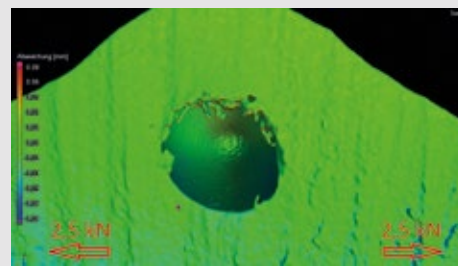


Abb. 5: Verformung der Vakuole bei 2,5 kN

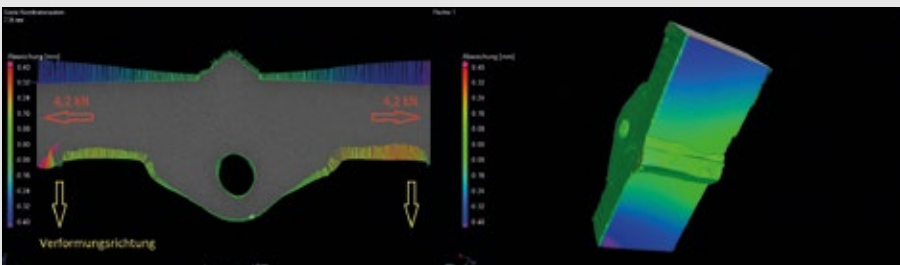


Abb. 6: Farbcodierte Darstellung des Ist-Ist-Vergleiches der Referenzmessung (0kN) mit der Messung mit 4,2 kN

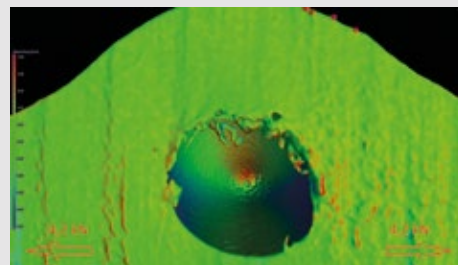


Abb. 7: Verformung der Vakuole bei 4,2 kN

„Auf diese Weise ist es möglich, Verformungen und Geometrieänderungen umfassend sichtbar zu machen und messtechnisch zu erfassen.“

gistriert). Das Ergebnis des Ist-Ist-Vergleiches ist eine dreidimensionale farbcodierte Darstellung der lokalen und relativen Abweichungen der beiden CT-Modelle des Prüfobjekts bei 0 N und 2,5 kN Belastung. Auf diese Weise ist es möglich, Verformungen und Geometrieänderungen umfassend sichtbar zu machen und messtechnisch zu erfassen. Abbildung 4 zeigt, dass die Verformung der Schweißnaht selbst relativ gering ist. Es fällt allerdings auf, dass sich die Zugprobe quer zur Zugrichtung verformt.

An den Enden der Zugprobe beträgt die Verformung senkrecht zur Zugrichtung 160 µm. Die Abbildung 5 zeigt die Verformung der großen Vakuole vergrößert und mit angepasster Farbcodierung. Zu erkennen ist eine leichte Dehnung der Vakuole in Zugrichtung.

Bei der Überlagerung der Volumenkörper der Referenzmessung (0 N) und der 4,2 kN Messung sind wie vermutet die Verformungen deutlich größer. An den Enden der Zugprobe betragen sie 400 µm senkrecht zur Zugrichtung.

Wie sich in Abbildung 6 erkennen lässt, verformt sich bei hohen Kräften nahe der Reißspannung auch die Schweißnaht. Die dimensionelle Verformung der Schweißnaht an den Seiten der Schweißnahtdecklage

beträgt 150 µm. Veränderungen an der Wurzel der Schweißnaht konnten allerdings nicht festgestellt werden. Die Verformung der großen Vakuole ist in Abbildung 7 detailliert dargestellt. Zu erkennen ist eine maximale Verformung der Vakuole um 70 µm.

Zusätzlich wurden die gescannten Volumenkörper hinsichtlich Rissbildungen untersucht. Bei 2,5 kN konnten noch keine Risse festgestellt werden. Bei der 4,2 kN Messung sind bereits diverse Risse im CT-Bild zu erkennen (s. Abb. 8).

Wie in Abbildung 8 (r.) zu sehen ist, ist der Riss auf der Seite ohne Vakuole stärker ausgeprägt als auf der Seite mit Vakuole, da diese aufgrund einer besseren Dehnbarkeit Spannungsspitzen reduzieren kann.

#### Fazit und nächste Schritte

Mit der dimensionellen Messung und Materialprüfung mit Hilfe zerstörungsfreier In-situ Computertomographie können Proben und Prüfobjekte unterschiedlichster Art unter Krafteinwirkung auf ihre Verformung und Rissbildung hin untersucht werden. Die Vakuolen der Warmgas-Extrusionsschweißnaht wirken sich bei dieser Probe scheinbar nicht negativ auf das Bruchverhalten der Schweißnaht aus. Der deutlich größere Probenquerschnitt im Bereich der Schweißnaht führt trotz der Vakuole zu einer höheren Festigkeit in Zugrichtung. Aus den bisher gewonnenen Ergebnissen wurde darüber hinaus deutlich,

dass Risse an Stellen von Bauteilen und Prüfkörpern, wie in der Kunststofftechnik bereits bekannt ist, an der Grenzfläche zwischen Schweißzusatz und Platte aufgrund von Kerbwirkung entstehen.

In einem nächsten Schritt sollen Ergebnisse der Zug-Druckversuche mit Festigkeitssimulationen verglichen werden. Aus CT-Messungen der Bauteile können Oberflächendaten (STL-Format) inklusive Vakuolen generiert und für FEM-Untersuchungen bereitgestellt werden. Zuverlässigere Ergebnisse und Aussagen auf Basis von FE-Simulationen sind hier zu erwarten. Der Vergleich zwischen den Ergebnissen zwischen FE-Simulation und CT-Messung ermöglicht darüber hinaus die Verbesserung der eingesetzten Simulationswerkzeuge hinsichtlich der Zuverlässigkeit von Simulationsergebnissen bei Festigkeitsanalysen.

Vielfältige Analysemöglichkeiten sind darüber hinaus noch denkbar. So sollen in Zusammenarbeit mit dem SKZ z. B. die Auswirkungen von Kräften auf Klebeverbindungen, Metallschäume oder neuartige faserverstärkte Kunststoffe untersucht werden.

#### Autoren

Alexander Tissen, Peter Hornberger, Jochen Hiller, Anwendungszentrum CT in der Messtechnik, Deggendorf

Simon Zabler, Projektgruppe NanoCT Systeme, Würzburg

Benjamin Baudrit, Sebastian Horlemann, SKZ Das Kunststoff-Zentrum, Würzburg

#### Kontakt

Fraunhofer-Anwendungszentrum CT in der Messtechnik, Deggendorf  
Tel.: +49 991 3615 391  
alexander.tissen@iis.fraunhofer.de  
www.iis.fraunhofer.de

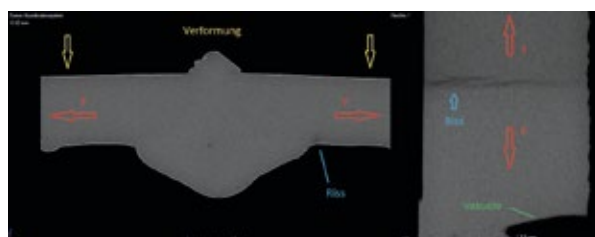


Abb. 8: Riss am Rand der Schweißnahtdecklage bzw. der Kerbe



Computertomographie auf dem Schreibtisch: kompakt, präzise und wartungsarm



# Computertomographie in der Hörgeräteproduktion

Moderne Hörgeräte können heutzutage aufgrund ihrer geringen Größe und ihres geringen Gewichtes fast unsichtbar getragen werden. Die fortschreitende Miniaturisierung betrifft alle Komponenten der Hörgeräte, wie z. B. Mikrofon, Verstärker, Lautsprecher sowie die Kunststoffgehäuse, die im Spritzgussverfahren hergestellt werden. Die industrielle Computertomographie bietet hierfür die beste Möglichkeit, diese kleinen und komplexen Bauteile ganzheitlich in ihren inneren und äußeren Strukturen zu analysieren und auf mögliche Defekte hin zu überprüfen.

Ein führender Hörgerätehersteller entschied sich für den Desktop Computertomographen ExaCT S von Wenzel Volumetrik. Seine Einsatzgebiete beim Kunden sind vielfältig: z. B. für die Qualitätsprüfung der laufenden Produktion, für die Unterstützung bei Neuanläufen der Fertigungsanlagen, für die Entwicklung von neuen Hörgeräten oder einzelner Komponenten sowie für die Verbesserung der Qualität beim Spritzgießen von Kunststoffkomponenten.

Die Analyse komplett montierter Hörgeräte und kleiner Baugruppen wird meist hinsichtlich korrekter Montage und möglicher Verformungen beim Zusammenbau durchgeführt. Bei den Einzelkomponenten sind kleinste Strukturen mit komplexen Features zu messen. Die Toleranzen sind sehr gering, sodass höchste Genauigkeit gefordert ist.

Die Entscheidung für den Desktop Computertomographen ExaCT S fiel nach einem strengen Auswahlverfahren des Kunden.

Das Messgerät verfügt über eine geschlossene und wartungsfreie 130 kV Mikrofokus Röntgenröhre mit einem Industrie-Detektor von Wenzel Volumetrik (Auflösung > 2 Megapixel). Die hochgenaue und granitbasierte Mechanik des Computertomographen wird vom Hersteller im Bereich Koordinatenmesstechnik seit Jahrzehnten erfolgreich eingesetzt. Mit dem Computertomographen werden sehr hohe Genauigkeiten unter 5 µm erzielt.

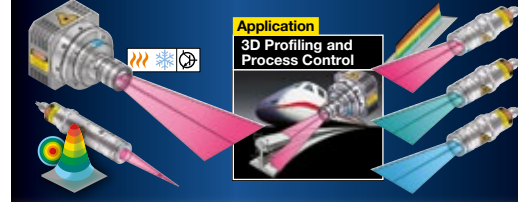
Die Mess- und Analysesoftware Metrosoft Quartis von Wenzel Metromec ermöglicht die dimensionelle Auswertung der Daten, die mit dem Computertomographen erzeugt wurden. Die umfangreichen Funktionalitäten umfassen auch die Messungen innerer Strukturen, welche sich mit taktilen oder optischen Messmethoden nicht realisieren lassen. Es können zudem vollautomatisierte Messabläufe für das Scannen mehrerer Bauteile in nur einem Arbeitsgang erstellt werden. Beim Kunden wird mit dieser Software z. B. der Soll-Ist-Vergleich gegen CAD-Daten von kleinen Kunststoffkomponenten durchgeführt. Es wird eine Auswertung generiert, auf der alle Fehlstellen auf einen Blick erkennbar sind.

Mit dem Modul ExaCT Analysis werden die umfangreichen und komplexen Oberflächendaten verarbeitet. Ein konkretes Beispiel ist z. B. die 3D-Lunkeranalyse, welche über die Größe, Verteilung und Lage der Lunker im Bauteil Aufschluss gibt.

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

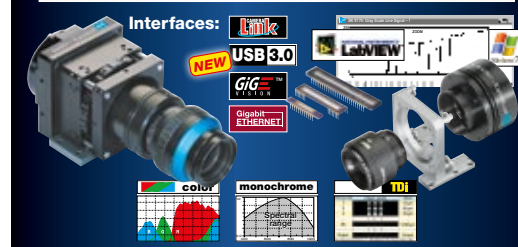
## Laser Line, Micro Focus, Laser Pattern Generators

Wavelengths 405 – 2050 nm



## Line Scan Cameras

Color, monochrome, or TDI sensors from 512 to 12000 pixels

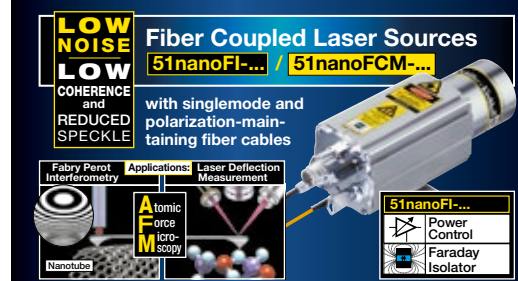
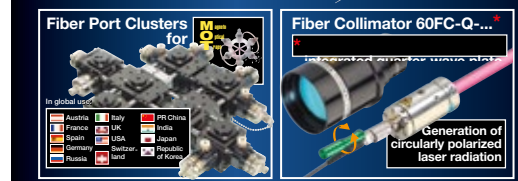
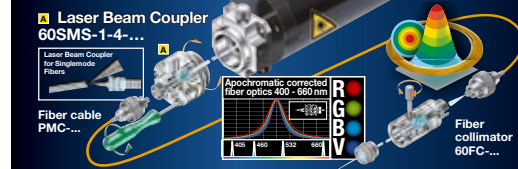


## VISION 2014

Visit us at Vision 2014  
Hall 1.0, Booth 1.A.02  
November 4. - 6. 2014  
STUTTGART

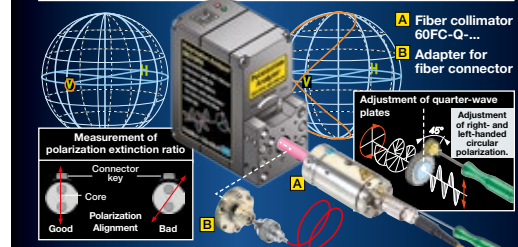
## Fiber Optics

polarization maintaining for wavelengths 370 – 1700 nm



## Polarization Analyzer Series SK010PA...

Interface: USB 2.0 • Multiple Wavelength Ranges 350 – 1600nm



## Special Developments and Customized Solutions

Optics Components for Space Applications



## Schäfter+Kirchhoff GmbH

info@SukHamburg.de    www.SukHamburg.com

Schäfter+Kirchhoff develop and manufacture laser sources, line scan camera systems and fiber optic products for worldwide distribution and use.

Made in Germany



# Computertomographie im Fertigungstakt

## 3D-Volumendaten inline erfassen

Der Trend geht zur Messung in der Fertigungslinie. Während spezialisierte Koordinatenmessgeräte längst darauf zugeschnitten sind, außerhalb des geschützten Messraums zuverlässige Ergebnisse zu erzielen, gilt dies für Computertomographen erst seit Kurzem. Inzwischen ermöglichen Taktzeiten von wenigen Sekunden sogar 100 %-Messungen.

**D**as plötzlich vorschießende Auto, die Vollbremsung, dann der Aufprall: Mikrosensoren geben dem im Lenkrad-Gehäuse versteckten Luftkissen ein Signal. Eine kleine Explosion und innerhalb von Millisekunden bläst sich der Airbag auf. Das Luftkissen fängt den nach vorne geschleuderten Fahrer auf und verhindert so das Schlimmste. Airbags können Leben retten – aber nur, wenn sie im richtigen Moment mit der richtigen Kraft auslösen. Eine Voraussetzung dafür ist, dass sich der in eine Kunststoffhalterung eingegossene elektrische Sensor in exakt der richtigen Position befindet. Das lässt sich nicht so einfach überprüfen, denn dazu müsste man das Bauteil aufschneiden. Die Alternative: Ein Computertomograph durchleuchtet es mittels Röntgenstrahlen. Das Ergebnis ist ein dreidimensionales Abbild des Sensors, ein Volumenmodell, das alle inneren und

äußeren Maße offenlegt. Der Haken an dieser Messmethode: Sie nimmt einige Minuten in Anspruch und findet im Messraum statt, wo das empfindliche Gerät vor Temperaturschwankungen geschützt ist.

Gerade bei sicherheitsrelevanten Bauteilen wie dem Airbagsensor geht der Trend jedoch zur 100 %-Prüfung einer Charge. Dafür ist eine aufwendige Messung im Messraum nicht immer praktikabel. Deshalb nutzen Unternehmen zur Inspektion in der Fertigungsumgebung häufig die 2D-Radiographie. Bei diesem Verfahren durchleuchten ebenfalls Röntgenstrahlen die Werkstücke. Doch die Ergebnisse liefern lediglich eine Aussage darüber, ob ein Bauteil gut oder schlecht ist. Größe und Lage von Defekten lassen sich dagegen nur eingeschränkt erkennen. Der neue Computertomograph Zeiss Volumax führt nun die Vorzüge von Computertomographie und 2D-Radiographie zusammen: Er

generiert 3D-Volumenmodelle wie ein Computertomograph im Messraum. Dennoch eignet er sich wie die 2D-Radiographie für die Fertigungsumgebung: Er ist bei Temperaturen zwischen 15 und 40°C einsatzfähig und liefert die Messergebnisse innerhalb von Sekunden.

### Höhere Röntgenleistung senkt Taktzeiten

Um eine solch kurze Messzeit zu erzielen, erhöhte man die Röntgenleistung, d.h. die Lichtstärke gegenüber bisherigen Computertomographen. Dies ist vergleichbar mit der Automatik einer Kamera: Wählt der Fotograf eine kürzere Belichtungszeit, erhöht die Kamera die Lichtmenge, die pro Zeiteinheit auf das Bild fällt, indem sie die Blende weiter öffnet. Bei Fotos ist dies mit einer geringeren Tiefenschärfe verbunden. In der Computertomographie bedeutet das Abstriche bei der Höhe der Auflösung. Im Gegenzug verkürzt sich aber die Messzeit erheblich: Während die Messsoftware aus den mehreren hundert Bildern das 3D-Volumenmodell errechnet, scannt das Gerät bereits das nächste Werkstück. Lediglich 10 bis 50 Sekunden benötigt es pro Werkstück – abhängig vom Bauteil und je nachdem, ob die Beladung manuell oder per Roboter erfolgt. Die Taktzeit lässt sich sogar auf unter eine Sekunde pro Bauteil senken, wenn der Anwender das Gerät mit mehreren Bauteilen gleichzeitig belädt – etwa mit einer Palette von 100 Airbagensoren. Durch die kurze Messzeit und die Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturschwankungen eignet sich der Zeiss Volumax besonders für die Inspektion von Bauteilen direkt in der Produktionshalle. Damit lässt er sich gut für die Inspektion von 100 % einer Charge einsetzen. Im Gegensatz zur 2D-Radiographie ist er zudem in der Lage, bereits am Rohteil zu prognostizieren, welche Werkstücke nach der Bearbeitung den Vorgaben entsprechen werden.

### 100 %-Prüfung sorgt für Sicherheit

Nicht zuletzt für alle Hersteller sicherheitsrelevanter Bauteile sind 100 %-Prüfungen

„Gerade bei sicherheitsrelevanten Bauteilen geht der Trend zur 100 %-Prüfung einer Charge.“

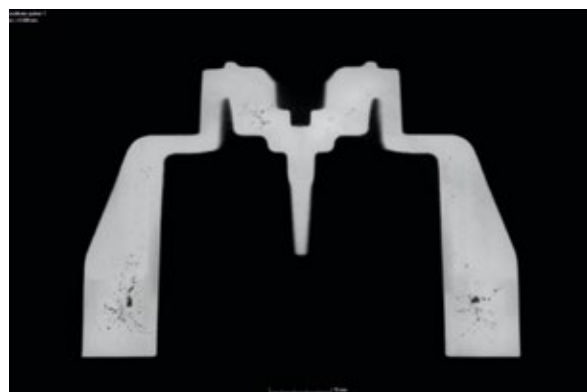
direkt in der Fertigungslinie interessant. Medizintechnikherstellern ermöglichen sie es, auf umständliche Prozessvalidierungen zu verzichten und trotzdem die nötige Qualität nachzuweisen: Statt den Produktionsprozess mit einem Aufwand von 100 bis 1.000 Manntagen bis ins Detail zu validieren, misst der Hersteller jedes einzelne Bauteil und dokumentiert die Ergebnisse, d.h. er verifiziert seinen Prozess. Die umfangreichen Messergebnisse des Computertomographen können zudem dazu beitragen, die Prozesse weiter zu verbessern: Softwarewerkzeuge wie das Statistiktool Piweb identifizieren Trends – etwa den Zusammenhang von Fertigungslosgrößen und bestimmten Qualitätskriterien. Auch die Leistung von Fertigungslinien lässt sich leicht miteinander vergleichen.

Ein weiterer Grund für die 100 %-Prüfung in der Produktionshalle: Immer häufiger verlangen beispielsweise Automobilhersteller von ihren Zulieferern eine umfangreiche Dokumentation für jedes einzelne Bauteil. Diese ermöglicht es ihnen im Ernstfall, Rückrufaktionen auf bestimmte Chargen einzugrenzen, weil die Qualität jeder einzelnen Komponente dokumentiert ist. Nicht nur einzelne Bauteile, auch ganze Baugruppen lassen sich nach der Montage mit dem Computertomographen überprüfen. Der Blick ins Innere der Baugruppe ist z. B. bei der Qualitätssicherung komplexer Kunststoffprodukte wie beispielsweise medizinischer Spritzen sinnvoll, um Defekte zu erkennen, ohne die Bauteile zerstören zu müssen. Hier spielt der Com-

putertomograph auch gegenüber Koordinatenmessgeräten für die Fertigungsumgebung seine Vorteile aus.

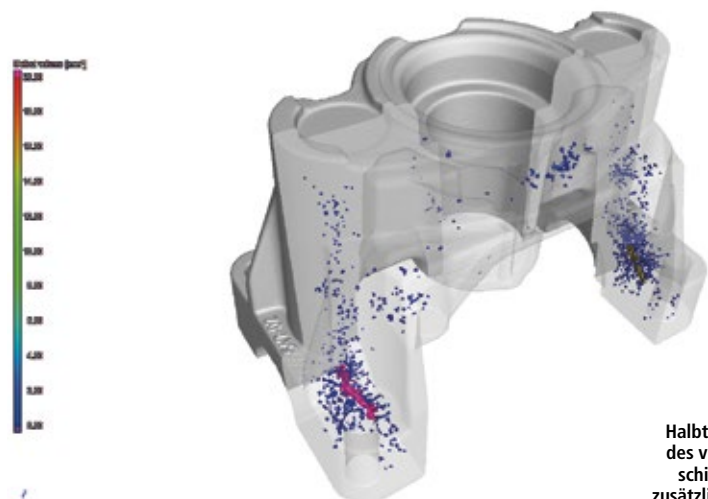
### Defekte bereits am Rohteil erkennen

Eine weitere Stärke des Zeiss Volumax ist, dass er die Qualität von Werkstücken differenziert auswertet, statt sie lediglich auszusortieren. Bei der 2D-Radiographie kommt es zum einen vor, dass der Prüfer etwa Aluminium-Gussteile als Ausschuss einordnet, auch wenn die fehlerhafte Stelle ohnehin bei der folgenden Bearbeitung



Virtueller Schnitt durch ein Bauteil: Lunker und Poren werden visualisiert.

herausgefräst worden wäre. Zum anderen werden manche Defekte erst im Anschluss an die Nachbearbeitung erkannt. Bauteile, die später aussortiert werden, nehmen also wertvolle Maschinenzeit in Anspruch. Das 3D-Volumenmodell des Computertomographen ermöglicht es dagegen, bereits auf Basis des Rohteils vorherzusehen, welche fehlerhaften Werkstücke im weiteren Prozess den Vorgaben gerecht werden und welche vermeintlich guten Bauteile als Ausschuss enden. Indem das Gerät Quasi-Ausschuss vermeidet und unnötige Bearbeitungszeiten einspart, amortisieren sich die Investitionskosten unter Umständen schon nach kurzer Zeit. Somit gewinnen Unternehmen nicht nur Sicherheit bezüglich der Qualität ihrer Bauteile und Produktionsprozesse, sie sparen auch Zeit und unnötigen Ausschuss ein und senken so letztlich die Produktionskosten.



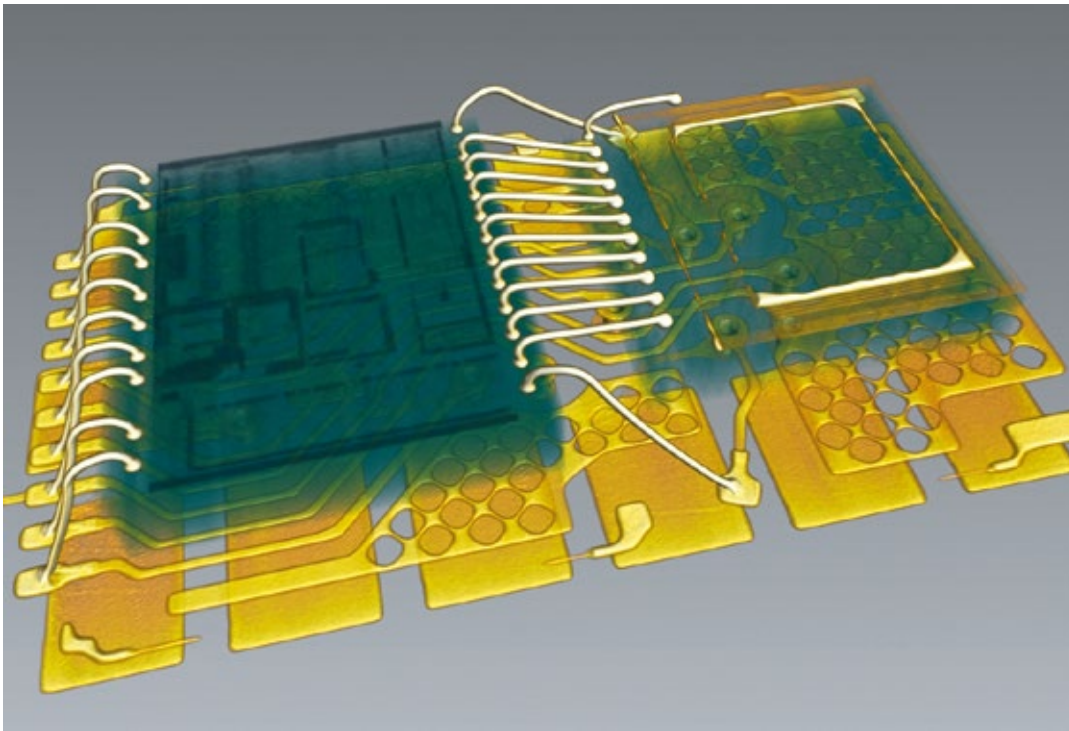
Halbtransparente 3D-Darstellung des virtuellen Bauteils, die unterschiedlichen Lunkergrößen sind zusätzlich farblich gekennzeichnet.

### Autorin

Judith Schwarz, Account Manager, Storymaker

### Kontakt

Carl Zeiss IMT GmbH, Oberkochen  
Tel.: +49 7364 20 0  
imt@zeiss.de  
www.zeiss.de/imt



3D-Volumendarstellung eines Speicherelements

# Ein Fingerzeig genügt

## Innovative Bedienkonzepte für CT-Systeme

Marktübliche Computertomographen für industrielle Anwendungen sind komplexe Systeme und ihre Bedienung stellt hohe Ansprüche selbst an erfahrene Nutzer. Die jüngste Generation von CT-Systemen geht hier neue Wege in der Bedienungsfreundlichkeit, denn die Systeme unterstützen den Nutzer intuitiv und ebnen so auch unerfahrenen CT-Anwendern den Weg zu hoher Datenqualität in der dreidimensionalen Prüfung.

**M**it CT-Systemen können im Gegensatz zu anderen bildgebenden Verfahren auch die inneren Strukturen eines Objekts präzise vermessen werden. Eine Besonderheit der neuen CT-Systeme ist das Smart-Touch-Bedienkonzept mit zwei Bildschirmen. Das vereinfacht die Bedienabläufe stark. Während der eine Monitor zur Steuerung und Eingabe genutzt wird, können auf dem anderen laufend die aktuellen Ergebnisse angezeigt werden.

Das CT-System Yxlon FF20 CT liefert einen hochauflösenden 3D-Einblick in kleinste und feinste Strukturen und wird damit den Anforderungen der Elektronik-, Halbleiter- und Kommunikationstechnologie gerecht. Zudem bietet es durch sein innovatives Bedienkonzept mit individuellen, anpassbaren Nutzerprofilen einen vereinfachten Prüfablauf. Es wird daher bevorzugt in Forschung & Entwicklung, zur Fehleranalyse und Prozessüberwachung sowie für die CT-Metrologie eingesetzt.

Mit der wassergekühlten 190 kV FeinFocus-Transmissions-Röntgenröhre lassen sich sowohl hochauflösende Scans als auch sehr schnelle Übersichtsscans durchführen. Ebenso wichtig für das Erreichen dieser Präzision ist der granitbasierte Manipulator mit geringem Wärmeausdehnungskoeffizienten. Dieser ist zusätzlich auf aktiven Vibrationsdämpfern gelagert. Eine Messkreiserweiterung erlaubt Prüfvolumina von bis zu 300 mm Höhe und mit einem Durchmesser von maximal 150 mm. Ein umfangreiches metrologisches Präzisionspaket erhöht durch eine Raum-Koordinaten-Kalibrierung sowie ein Längenmesssystem die Güte der Messungen zusätzlich. Durch Klimatisierung kann zudem die Messraumklasse 4 nach VDI/VDE 2627 erreicht werden.

Der „große Bruder“ des FF20, der Yxlon FF35 CT, ist für bestmögliche Einsatzflexibilität mit einer wassergekühlten, leistungsstarken FeinFocus-Direktstrahlröhre mit mehreren Betriebsmodi (Power-, Mikrofokus- und Nanofokus) ausgestattet und kann zusätzlich

durch eine FeinFocus Transmissions-Röntgenröhre ergänzt werden. Mit dem großen Prüfraum (Ø 300 mm, 500 mm Höhe) und den zwei unterschiedlichen Röntgenstrahlern können auch größere Objekte untersucht oder Details einer Prüfreihe kleinerer Teile mit hoher Genauigkeit gescannt werden. Mit dem System sind hochauflösende Scans dank des ebenfalls granitbasierten und vibrationsdämpfend gelagerten Manipulators möglich. Für eine höhere Flexibilität bei der digitalen Radioskopie ist für den Tomographen optional eine Kippachse erhältlich. Einsatzgebiete sind die Automobil- und Luftfahrtindustrie sowie die Medizintechnik. Ein weiterer Einsatzschwerpunkt der Yxlon CT-Systeme ist die Halbleiter- und Elektronikindustrie, beispielsweise in der Prüfung von Smartphones.

### Intuitive Bedienung

Die intuitive Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit der neuen Computertomographen hebt sich stark von herkömmlichen



Remote Monitoring mit einem Tablet

Systemen ab. Das System wird über Icons gesteuert und kommt nahezu ohne Text aus. Die intuitive Bedienung hilft bei der schnellen Einarbeitung der Mitarbeiter, sodass sie binnen kurzer Zeit produktiv mit dem Gerät arbeiten können. Über Nutzerprofile werden die Zugriffsrechte stufenweise geregelt. Die einzelnen Prüfschritte und die darin jeweils enthaltenen Elemente der Bildkette werden per Smart Touch aus grafischen Symbolen in Form eines Blockdiagramms zusammengestellt. „Regions Of Interest“ (ROI) lassen sich dabei durch einfaches Markieren auf dem Touchscreen auswählen.

Neben der rechenintensiven Erstellung des dreidimensionalen Schnittbildes übernimmt die Software noch weitere Aufgaben. So entstehen bei jeder CT physikalisch bedingt unterschiedliche Artefakte und Verzerrungen. Diese werden durch Korrekturfilter und Algorithmen wie Geometrie- oder Strahlhärtungskorrekturen herausgerechnet. Aus dem so bereinigten Datenmaterial errechnet die CT-Software dann ein 3D-Modell, das sich aus tausenden einzelner Volumenelemente (sog. Voxel) zusammensetzt.

Das neue Smart-Touch-Bedienkonzept mit zwei Bildschirmen erlaubt eine einfache Kontrolle über den laufenden Scan. Während die einstellbaren Nutzerprofile die automatische Ausführung von Prüfprogrammen für den ungeübten Anwender stark vereinfachen, haben Experten dank der intuitiven Bedienung per „drag-and-drop“ volle Kontrolle über jeden einzelnen Prüfschritt. Durch die zwei Bildschirme hat der Anwender nicht nur die Einstellungen im Blick, sondern verfügt auch jederzeit über relevante Systeminformationen und kann sich per integriertem 3D-Viewer ohne weitere Software durch die Schichtbilder bewegen.

Nach dem Motto „Beladen und Loslegen“ verfügen die CT-Systeme über eine einfache Prüfteilpositionierung sowie eine automatische Kalibrierung des gesamten Prüfraums mit integriertem vollautomatischem Kollisions-



Universell einsetzbares hochauflösendes CT-System mit Control Panel

schutz. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit des Systems verfügen diese über einen umfangreichen „Health Monitor“, mit dem u.a. der Zustand bzw. die Betriebsstunden der verbauten Komponenten überwacht werden. Beim Erreichen eines definierten Schwellenwerts wird automatisch ein Hinweis oder Alarm ausgegeben.

#### Fernzugriff möglich

Im Gegensatz zu herkömmlichen CT-Systemen endet die Kommunikation zwischen dem Benutzer und den Yxlon CT-Systemen nicht, wenn der Anwender den Standort des CT-Systems verlässt. Über einen Fernzugriff, z. B. mittels Tablet-PC oder Smartphone, kann sich der Bediener nach Bedarf über den Status des Health Monitors oder den Status der aktuell laufenden Prüfung informieren. Darüber hinaus kann er sich durch Push Messages bzw. per E-Mail automatisch über Systemmeldungen und fertige Prüfaufgaben informieren lassen. So kann ein Prüfer anderen Tätigkeiten nachgehen, während das System eine Messung durchführt und wird rechtzeitig über den Abschluss des Vorgangs informiert. Zudem kann sich ein Qualitätsmanager jederzeit über den Systemstatus informieren, beispielsweise ob Ergebnisse von Prüfaufgaben schon vorliegen – und das, ohne selbst am CT-System zu arbeiten.

Die immer komplexeren Anforderungen in der Produktion und im Qualitätsmanagement führen bei herkömmlichen Compu-

„Die intuitive Bedienung hilft bei der schnellen Einarbeitung der Mitarbeiter, sodass sie binnen kurzer Zeit produktiv mit dem Gerät arbeiten können.“

tertomographen zu einem immer größeren Zeitaufwand und zu einer steigenden Gefahr von Bedien- bzw. Programmierfehlern. Dem steuern die Yxlon-Systeme mit ihrer intuitiv bedienbaren Smart-Touch-Oberfläche, dem 3D-Viewer, den Nutzerprofilen und den automatischen Abläufen wirksam entgegen. Hinzu kommt die Zeitersparnis in der Praxis durch Remote Monitoring und Push Messages.

**Autor**  
Peter Kramm, Product Manager

**Kontakt**  
Yxlon International GmbH, Hamburg  
Tel.: +49 40 527 29 0  
yxlon@hbg.yxlon.com  
www.yxlon.com

# Produkte

## Phasenmodulator auf Flüssigkeitskristallbasis

Den Phasenmodulatoren wird eine wachsende Rolle in verschiedenen optischen Bereichen zugesprochen. Sie sind Komplettsysteme für eine Phasen- und/oder Amplitudenmodulation auf Flüssigkeitskristallbasis mit einer Auflösung von 256 x 256 Pixel (high speed) oder 512 x 512 Pixeln (Standard). SLM sind elektrisch programmierbare Instrumente zur Modulation von Licht nach einem festen räumlichen Muster. Der typische Einsatzbereich des Spatial Light Modulator (SLM) liegt in der Realisierung frei programmierbarer Hologramme, der Laserstrahlsteuerung, der Kompensierung



atmosphärischer Turbulenzen und optischen Fallen (Laser-Pinzetten). Darüber hinaus können mit SLMs die Fehler komplexer optischer Strahlengänge korrigiert werden. Es handelt sich hierbei um reine Phasenmodulatoren mit den derzeit höchsten verfügbaren Schaltgeschwindigkeiten. Laser 2000 hat welche im Angebot. Der Spatial Light Modulator XY ist ein Phasenmodulator auf Pixelbasis für die Realisierung frei programmierbarer Hologramme und die Laserstrahlsteuerung.

[www.laser2000.de](http://www.laser2000.de)

## Kompakte Wärmebildkamera mit gekühlten InSb-Detektor

Die Flir A6700sc eignet sich für industrielle Forschung und Entwicklung – insbesondere für Anwendungen, die bessere Bildqualität, höhere thermische Empfindlichkeit und eine schnellere Bildwiederholrate benötigen, als sie eine Wärmebildkamera mit ungekühltem Detektor leisten kann.

Den Kern der A6700sc bildet ein gekühlter Indium-Antimonid-Detektor (InSb), der im Wellenlängenbereich von 3 bis 5 µm arbeitet. Eine Breitband-Version für Wellenlängen von 1,5 bis 5 µm ist ebenfalls verfügbar. Beide Versionen erzeugen gestochen scharfe Wärmebilder mit 640 x 512 Bildpunkten. Dank ihrer hohen thermischen Empfindlichkeit von <20 mK ist die A6700sc in der Lage, feinste Bilddetails und

geringste Temperaturunterschiede zu erfassen.

Mit ihren Möglichkeiten der präzisen Synchronisation und Triggerung eignet sich die Kamera ideal für Hochgeschwindigkeitsanwendungen, die gleichzeitig mit einer hohen Empfindlichkeit gemessen werden sollen. Aufgrund des Snapshot-Detektors ist sie in der Lage, sämtliche Detektorpixel zeitgleich zu beleuchten – und das bei kleinsten Bildintegrationszeiten von bis zu 480 ns.

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



## Detektion schwächster Lichtsignale



Hamamatsu Photonics präsentiert ein Nachfolgemodell in der Orca-II-Reihe. Die neue Orca II verschiebt die Detektionsgrenze von schwachen Lichtsignalen durch einen auf -90°C gekühlten 1M Pixel Back-Thinned CCD (BT-CCD) weiter. Der Dunkelstrom ist begrenzt auf 0.0012 Elektronen/Pixel/Sekunde. Es wird eine sehr hohe Quanteneffizienz (Maximum >90%) über das gesamte Spektrum von 200 nm bis 900 nm. Diese Kerneigenschaften und extrem lange Belich-

tungszeiten (bis zu 120 Minuten) erlauben noch so schwache Lichtsignale zu detektieren. Programmierbare Trigger-Ein- und Ausgänge erlauben präzise Messkontrolle und Datenerfassung.

Diese Kamera ist ideal für Anwendungen sowohl im Bereich Lumineszenz und schwache Fluoreszenz, hochauflösende Mikroskopie oder Halbleiterabbildung, aber auch im Bereich Röntgenanwendungen, Neutronendurchstrahlung oder dem Auslesen von Scintillatoren. [www.hamamatsu.de](http://www.hamamatsu.de)



## Neues konfokales Laser-Scanning-Mikroskop

Zeiss stellt das neue konfokale Laser-Scanning-Mikroskop LSM 880 mit Airyscan vor. Das System bietet gleichzeitig hohe Sensitivität, mehr Auflösung in den x-, y- und z-Dimensionen sowie eine höhere Aufnahmegeschwindigkeit.

Umfragen haben gezeigt, dass konfokales Imaging am meisten von höherer Sensitivität, Auflösung und Geschwindigkeit profitieren würde. Airyscan erweitert genau diese Parameter. Nutzer erreichen eine 1,7-fach höhere Auflösung in allen räumlichen Dimensionen, 140 nm lateral und 400 nm axial. Die verbesserte Sensitivität resultiert in einer besseren Bildqualität und kann für höhere Auflösung und Geschwindigkeit der Aufnahmen genutzt werden. Der gesamte

Imaging-Prozess ist mit Standard-Probenpräparation und -Fluoreszenzmarkern möglich.

Mit LSM 880 profitiert der Benutzer von hoher Bildqualität in großen Sehfeldern und der höchsten Geschwindigkeit eines linear scannenden konfokalen Mikroskops. Ebenso können auch in schwierigen Proben die zu untersuchenden biologischen Moleküle effizient abgebildet werden. Zur detailgenauen Erforschung subzellulärer Strukturen bietet das System die Geschwindigkeit, um diese Moleküle und ihre Wechselwirkungen in Raum und Zeit zu analysieren. Die hohe Sensitivität des Mikroskops erlaubt besonders geringe Intensitäten von Anregungslicht und schont somit die Proben.

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

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



## LED-Zeilenbeleuchtung mit bis zu 3 Millionen Lux

Polytec erweitert sein Programm mit der LED-Zeilenbeleuchtung Corona II von Chromasens. Die Zeilenbeleuchtung beeindruckt durch ihre Beleuchtungsstärke von bis zu 3 Millionen Lux und die Gleichmäßigkeit der Lichtverteilung. Diese Homogenität wird durch sorgfältig selektierte LEDs erreicht, deren Farbort und Helligkeit präzise definiert und aufeinander abgestimmt sind.



Lieferbar sind acht verschiedene Standardlängen zwischen 180 und 1.370 mm mit unterschiedlichen Fokussierungen und den Lichtfarben Rot, Grün, Blau und Weiß. Infrarot ist auf Anfrage ebenfalls möglich. Für die Kühlung kann der Anwender zwischen der passiven Variante mittels Kühlkörper oder einer aktiven Kühlung über Lüfter oder Wasserkühlung wählen. Der optimal angepasste Controller XLC mit vier Ausgangskanälen bietet zur Konfiguration eine Vielzahl an Schnittstellen, die eine einfache Integration in industrielle Anlagen erlauben. Aufgrund der herausragenden Homogenität und Beleuchtungsstärke eignet sich die Corona II besonders für hochgenaue Zeilenkamera-Anwendungen – z.B. bei der Druckkontrolle oder der Oberflächeninspektion von Bahnware.

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

## Profilmessgerät für viele wAnwendungen

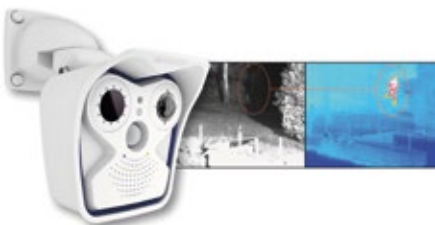
Nextsense hat ein neues Lasermessgerät mit Namen Calipri herausgebracht. Es misst brüchungslos das Profil. Dabei erfassen drei zentrale Laserlinien die Oberfläche und ein intelligentes Bildverarbeitungssystem fügt Teilsegmente des Objektprofils lückenlos zu einem Gesamtbild zusammen. Dieses wird entsprechend definierten Algorithmen vermessen und alle wichtigen Qualitäts- sowie Verschleißwerte werden ausgegeben. Abweichungen zu Sollwerten können so in Sekundenschnelle erkannt werden. Beim gesamten Messvorgang müssen Abstand und Winkel des Sensors zum Messobjekt nicht exakt eingehalten werden. So werden die Ergebnisse frei von Benutzereinfluss und sind reproduzierbar. Dazu kann das Gerät sogar in schlecht zugänglichen Bereichen verwendet werden, wo traditionelle Messmittel kaum brauchbar sind. Diese Vorteile werden dabei mit einer signifikanten Kostenersparnis verbunden: Dank des kontaktfreien Verfahrens und eines modularen Softwarekonzepts kann ein und dasselbe Gerät für zahlreiche verschiedene Messaufgaben verwendet werden. Egal ob Dicke, Durchmesser, Profil oder Abstand von Rädern oder die Geometrie von Schienen und Weichen – ein Gerät misst alles. Das reduziert Anschaffungskosten im Vergleich zu traditionellen Messgeräten, die oftmals für jedes Messobjekt individuell angeschafft werden müssen. Zusätzlich fallen geringere Service- und Schulungskosten sowie Messzeiten an.

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



## Neue Wärmebildkameras

Dank flexibler Videokabelzuleitung, hoher Wetterfestigkeit und den kompakten Abmessungen lassen sich die zwei S15D-Thermalsensor-Module an beliebigen Stellen mit bis zu 2 m Abstand von einer S15D-Core-Einheit installieren. Der Vorteil von Thermalsensor-Modulen besteht darin, dass sie von Fahrzeugen und Personen abgestrahlte Wärme visuell



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

darstellen können. Bewegungen lassen sich 0in bis zu 400 m Entfernung von der Kamera genau erkennen – auch bei ungünstigen Licht- und Wetterbedingungen.

Eine weitere Neuheit der M15D- und S15D-Kameras von Mobotix ist die Möglichkeit, thermische und optische Sensormodule in einer Kamera zu kombinieren. Während der Thermalsensor Bewegungen erkennt, sorgt der optische Sensor für eine genaue Identifizierung von Objekten. So ermöglichen die Kameras M15D und S15D eine präzise Erkennung von Bewegungen bei allen Lichtbedingungen. Gleichzeitig kann der Auslöser von Bewegungsereignissen visuell verifiziert werden.

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

Fortsetzung auf S. 64

## Innovative LED lighting for machine vision



## Neue TLi-Serie

Die neue TLi-Serie mit Flat Dome und integriertem LED Controller zum direkten Anschluss der Basler ace Kameraserie.

Optionales Zubehör wie Halter und Kabelsätze machen die Integration einfacher denn je.



MBJ Imaging bietet zuverlässige, benutzerfreundliche LED-Beleuchtungen, Controller und Zubehör zu attraktiven Preisen.

MBJ Imaging GmbH  
Merkurring 82  
22143 Hamburg

+49 40 606 870 90  
[info@mbj-imaging.com](mailto:info@mbj-imaging.com)  
[www.mbj-imaging.com](http://www.mbj-imaging.com)

## IR-Thermometer mit automatischer Schnappschussfunktion

Die digitalen Infrarot-Thermometer mit Video-Modul Optris CVideo 2M, Optris CTvideo 1M/2M und Optris CTvideo 3M sind mit der kostenfreien Software Optris Compact Connect ausgestattet, die diesem Anspruch optimal gerecht wird. Die eingebaute Triggerfunktion ermöglicht das automatische Generieren von Schnappschüssen in einem zu bestimmenden Intervall (zeitabhängig) oder beim Erreichen definierter Grenzwerte (temperaturabhängig). Diese werden individualisiert abgespeichert. Auf diese Weise kann die QS einzelstückbasiert auch im Rahmen von Massenproduktionen umgesetzt und gegenüber Kunden nachgewiesen werden. „Die gestochen scharfen Bilder mit eingepprägten Temperatur-



werten sind überzeugend“, erklärte Detlev Könecke von der Firma Iris Infrared Innovation System. Zusätzlich werden alle Daten in Excel bereitgestellt.

Die Video-Pyrometer messen von 50°C bis 3.000°C und sind somit auch für Anwendungen im Hochtemperaturbereich einsetzbar. Auch in schnelle Prozesse ist die Einbindung problemlos möglich aufgrund von Einstellzeiten ab 1 ms. Scharfpunkte lassen sich durch die Vario-Optik ab 90 mm Messabstand einstellen. Eine exakte Messfeldmarkierung ist ab 0,5 mm möglich.

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

## Laserliniengeneratoren mit Rechnerschnittstelle

Schäfter + Kirchhoff entwickelt und fertigt seit über 25 Jahren Strahlquellen, die in der personenfreien Qualitätskontrolle, Grundlagenforschung, Gas-Analytik, Partikelmessung, Biotechnik, Medizin und in der Welt-raumtechnik eingesetzt werden. Die Laserstrahlquellen, z.B. Laserliniengeneratoren, sind nun auch mit Rechnerschnittstelle erhältlich. Die Strahlquellen sind in einem Spektralbereich von 375 bis 1.550 nm erhältlich und besitzen eine Laserdiode als Licht emittierendes Element. Sie zeichnen sich aus durch industriegerechte Vollmetallgehäuse, integrierte Regel- und Leistungselektronik mit Modulationseingängen und

eine Rechnerschnittstelle. Über die RS232-Schnittstelle oder USB-Schnittstelle (bei Verwendung mit entsprechender Switchbox) lässt sich beispielsweise die Laserleistung steuern oder die maximale Laserleistung festlegen. Ein großer Vorteil der Schnittstelle ist außerdem, dass sich Vitaldaten des Lasers leicht auslesen und speichern lassen. So kann man aus den Betriebsstunden und der Stromaufnahme leicht auf eine mögliche Degradation der Diode und benötigte Wartungsarbeiten schließen. Die Elektronik erlaubt weiterhin eine digitale (bis zu 250 kHz) sowie gleichzeitige analoge Modulation (bis zu 1 Hz).

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

## LED High Power UV-Serie

IIM bietet mit dem Produktangebot der Marke Lumimax die passenden Beleuchtungsbauformen für die jeweiligen Anwendungsbereiche. Neben den beiden LED Spots 3W und 5W sind der LED Flächenstrahler LQ100, der Ringstrahler LR70 sowie die beiden Balkenlichter LB125 und LB250 als UV365- und UV400-Variante verfügbar. Alle UV-Beleuchtungen sind sowohl für den Permanent- als auch für den Blitzbe-

trieb erhältlich. Das LED Spot 5W verfügt zudem über eine einstellbare Optik zur Anpassung von Ausleuchtungen an Applikationen. Bei den anderen UV-Leuchten kann zwischen unterschiedlichen Vorsatzlinsen mit verschiedenen Abstrahlwinkeln gewählt werden. Die UV-Beleuchtungen werden u.a. in der Qualitätskontrolle zur Prüfung verschiedenster Sicherheitsmerkmale verwendet.

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

## Thermographie-Lösung zur Überwachung von Industrieanlagen

Die thermographischen Überwachungslösungen des Herstellers AT – Automation Technology erkennen frühzeitig kritische Temperaturentwicklungen in Industrieanlagen. IRMonitor-Systeme ermitteln Temperaturen mit Hilfe von Infrarotkameras und erkennen so Sachverhalte, die herkömmlichen Kameras verborgen bleiben. Auf diese Weise ist es möglich, die Zustände von Anlagenteilen zu überwachen oder potentielle Brandgefahren vor dem Ausbruch eines Feuers festzustellen.

Durch die Verwendung von Infrarotkameras lassen sich auch weitläufige und verwinkelte An-

lagen flächendeckend überwachen. Hierzu stellt das modulare Lösungskonzept verschiedene Konfigurationsmöglichkeiten bereit, die eine flexible Anpassung an kundenspezifische Anforderungen ermöglichen. So erhält der Kunde eine effektive und kostengünstige Lösung, unabhängig davon, ob eine einzelne oder eine Vielzahl von Infrarotkameras benötigt wird. Alle IRMonitor-Systeme basieren auf einer automatisierten und selbstprüfenden Bildauswertung und ermöglichen so eine zuverlässige Erkennung von potentiellen Gefahrenzuständen rund um die Uhr.

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



## Neue kompakte Infrarotkamera mit Micro-SD-Kartenspeicher

Mit der TC-1 präsentiert Dostmann electronic eine besonders handliche Infrarotkamera für portable Messaufgaben im Langwellen-Bereich. Der hochwertige Thermographie-Sensor bietet eine thermische Auflösung von 32x31 IR-Pixeln und ein Sichtfeld von 40° x 40°. Cold- oder Hotspots sind auf dem 40 x 50 mm großen und kontrastreichen Farbdisplay leicht erkennbar.

Die TC-1 verfügt über die hohe Genauigkeit von ± 2% bei einer Temperatur-Auflösung von 0,1°C und eine sehr kurze Ansprechzeit <1 Sekunde. Die Einstellung des Emissionsgrades (e = 0,10-1,0) und die Kompensation der reflektierten Hintergrundtemperatur sichern jederzeit exakte und reproduzierbare Ergebnisse. Die spektrale Empfindlichkeit liegt bei 8 bis 14 µm, was Oberflächentemperaturen von -20 bis +250°C entspricht.

Die Bedienung erfolgt über das oberhalb des Handgriffs positionierte Tastenfeld, das leicht mit dem Daumen erreichbar ist. Das unkomprimierte Rastergrafikfor-



mat ermöglicht eine systemunabhängige Nutzung und Weiterverarbeitung. Die mitgelieferte 8 GB Micro-SD-Speicherkarte bietet Platz für mehr als 100.000 Bilder. Aufgrund der kompakten Bauweise eignet sich die TC-1 besonders in den Bereichen Qualitätskontrolle, Instandhaltung und frühzeitige Fehlererkennung.

[www.dostmann-electronic.de](http://www.dostmann-electronic.de)



EUROPEAN MACHINE VISION ASSOCIATION  
- EMVA -

PRESENTS THE

INTERNATIONAL MACHINE  
VISION STANDARDS



IN COOPERATION WITH



THE SPECIAL EXHIBITION ON MACHINE VISION STANDARDS IS THE UNIQUE MEETING POINT FOR MACHINE VISION SPECIALISTS AND INTERESTED END-USERS.

VISIT US IN  
HALL 1, NR. 1B09



**VISION**

Weltleitmesse für  
Bildverarbeitung

4. - 6. Nov. 2014  
Messe Stuttgart

POWERED BY





Foto: PI

Abb. 1: Prinzipaufbau des Hexapod: Bei parallelkinematischen Systemen wirken alle Aktoren unmittelbar auf die gleiche Plattform.



Abb. 2: Hexapod in der Experimentierhütte EH3 der Strahlführung P07 an PETRA III. Im Bild eine Kammer zum Laserschweißen von Titanaluminiden

Foto: PI / Helmholtz-Zentrum Geesthacht

# Hexapod an PETRA III

## Schwere Lasten auf den Mikrometer genau positionieren

Seit 2010 gilt PETRA III, die dritte Generation der Synchrotron Strahlenquelle des DESY in Hamburg, als die brillianteste Speicherring-Röntgenstrahlungsquelle der Welt und bietet internationalen Wissenschaftlern exzellente Experimentiermöglichkeiten. Herzstück der Strahlführung P07 ist ein Schwerlast-Hexapod, der dank seiner Genauigkeit erst In-situ-Messungen von Materialeigenschaften unter realistischen Prozessbedingungen ermöglicht.

**F**orscher, die sehr kleine Proben untersuchen wollen oder stark gebündeltes, sehr kurzweiliges Röntgenlicht für ihre Analysen benötigen, profitieren in besonderem Maße von PETRA III. Die energiereiche Strahlung bis über 100.000 Elektronenvolt mit hoher Leuchtstärke bietet beispielsweise für das weite Feld der Materialforschung vielseitige Möglichkeiten, um Schweißnähte zu prüfen oder Ermüdungserscheinungen von Werkstücken zu untersuchen. Dazu müssen manchmal allerdings recht schwere Lasten auf den Mikrometer genau positioniert werden. Hier kommt der Schwerlast-Hexapod ins Spiel.

Hexapoden sind parallelkinematische Positioniersysteme (Abb. 1), die es heute in vielen Ausführungen mit Stellwegen bis zu einigen hundert Millimetern gibt. Sie können Lasten von einigen Kilogramm bis zu einigen hundert Kilogramm oder sogar mehrere Tonnen auf den Mikrometer genau positionie-

ren, und das in beliebiger Raumorientierung, also unabhängig von der Montage-Richtung. Die Vorteile gegenüber seriellen, also gestapelten Systemen, sind vor allem die deutlich bessere Bahntrauigkeit, Wiederholgenauigkeit und Ablaufebenheit, die geringere bewegte Masse und damit eine höhere und für alle Bewegungsachsen gleiche Dynamik, kein Kabelmanagement und ein deutlich kompakterer Aufbau.

Positioniert wird mit bis zu sechs Freiheitsgraden: drei linearen und drei rotatorischen Bewegungsachsen. Dabei sind abhängig von der Geometrie des Hexapoden Bewegungen von einigen Grad bis zu 60° und bei der Linearbewegung von einigen Millimetern bis zu mehreren Zentimetern möglich. Die Reproduzierbarkeit erreicht ebenso wie die kleinste Schrittweite Werte bis unter einem Mikrometer. Durch die geringe Masse der bewegten Plattform sind bei den Hexapoden die Einschwingzeiten

beim Positionieren deutlich kürzer als bei konventionellen, gestapelten Mehrachsensystemen. Diese Eigenschaften lassen sich in den unterschiedlichsten Anwendungen nutzen. Die Palette reicht von Maschinenbau und Robotik bis zu Medizintechnik und eben auch der Materialforschung mit Hilfe der PETRA-III-Röntgenstrahlung, die stärker und gebündelter ist als bei allen anderen Speicherringen der Welt. Mit 14 Strahlführungen und 30 Messstationen bietet die Anlage damit optimale Forschungsmöglichkeiten.

### Kurzweilige Röntgenstrahlung für die Materialforschung

Die erzeugten Röntgenstrahlen sind bis zu 5.000-mal feiner als ein menschliches Haar, womit sich extrem kleine Proben untersuchen lassen, z. B. winzige Kristalle aus Proteinen oder Nanokristalle für Speichermedien der Zukunft. Außerdem liefert PETRA III aber auch sehr „harte“, kurzweilige Röntgenstrahlung

**Materialforschung**

In einer gemeinsamen Untersuchung der Institute für Werkstoffwissenschaft und -technologie und für Prozess- und Verfahrenstechnik der Technischen Universität Berlin sowie dem Institut für Materialforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht werden die Änderungen der Mikrostruktur in C45E Stahl bei der Spanbildung untersucht. Hierzu wird eine Schneidkante aus IC20 Hartmetall in ISO-Geometrie

SPUN 120304, hergestellt von Iscar, gegen das Werkstück mit einer 100-kN-Pressen (Instron 8800) gedrückt, die auf dem Hexapod montiert ist. Erkennbar im oberen Bildteil von (A).

Mit 61 keV harter Röntgenstrahlung wird das Werkstück mit einem 20 x 20 µm großen Strahlfleck durchleuchtet und dabei der Spannungsgradient in ebensolchem Gitternetz vermessen (ermittelbar aus dem aufgenommenen

Beugungsbild gegenüber einer unbelasteten Referenzprobe, im Bild als bräunliche Kupferpaste am Werkstück aufgetragen). Im unteren Bildteil von (B) sind die Spannungswerte an entsprechender Stelle des Spans mit den verwendeten Prozessparametern im Vergleich gemessen und simuliert aufgetragen.

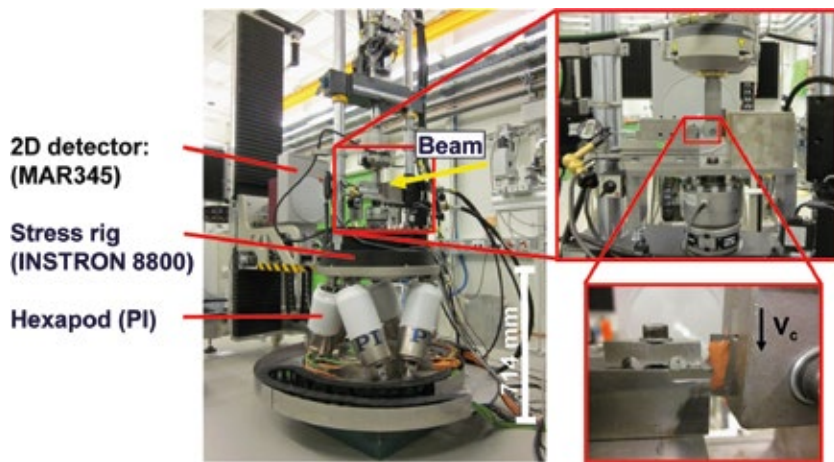


Abb. A

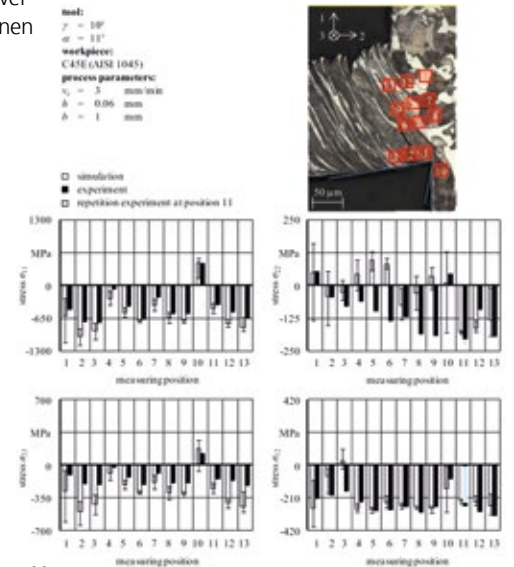


Abb. B

„Hexapoden sind parallelkinematische Positioniersysteme, die es heute in vielen Ausführungen mit Stellwegen bis zu einigen hundert Millimetern gibt.“

lung, die tief in die Materie eindringen und auch größere Materialstärken durchdringen kann. Damit lassen sich beispielsweise Schweißnähte prüfen, Ermüdungserscheinungen an Werkstücken messen, um Aufschluss über zu erwartende Standzeiten und Lebensdauern zu erhalten, oder neue Metalllegierungen analysieren. Dabei können Effekte bis hinunter zu Domänen- und Kristallstrukturen nachgewiesen werden (s. Kasten: Materialforschung).

**Kräftiges Positioniersystem für die Experimentierkammer**

Herzstück der entsprechenden Experimentierkammer ist ein Hexapod, der von der Karlsruher Firma Physik Instrumente (PI) entwickelt wurde. Für eine immer größer werdende Reihe von In-situ-Untersuchungen industrieller Prozesse, wie das Schneiden von Werkstücken, das Beschichten von Oberflächen zur Härtung oder Verbesserung tribologischer Eigenschaften, das Verformen, Schweißen, und Wärmebehandeln oder Kombinationen dieser Techniken, ermöglicht erst ein hochsteifer Hexapod mit enormer Tragfähigkeit und mikrometeregenauer Positionierung die Durchführung und damit

die wissenschaftliche Durchleuchtung der dabei auftretenden Strukturänderungen auf atomarer Ebene. Die Untersuchungen dienen u.a. dem Verständnis der ablaufenden Prozesse, die letztendlich für maßgeschneiderte Materialien optimiert werden.

Das parallelkinematische Sondermodell, der M-850K (Abb. 2), bietet mikrometeregenaue Positionierung für Lasten bis zu einer Tonne in jeder Orientierung. Er ist ca. 700 mm hoch und hat einen Durchmesser von 800 mm (obere Plattform, mit großer Apertur) bzw. 900 mm (unten). Die untere Plattform ist auf einem 360°-Drehtisch montiert; die Verkabelung wurde schleppkettentauglich ausgelegt. Durch seine große Tragfähigkeit von bis zu einer Tonne kann der Hexapod den vollständigen Messaufbau tragen mitsamt der Vorrichtung zum Aufbringen der mechanischen Beanspruchung. Dabei positioniert der Hexapod auch große Massen über Strecken von 400 mm mit einer Genauigkeit von +/- 1 µm und Drehbewegungen von +/- 20° bei einer Auflösung bis 0,5 µrad. In der Experimentierkammer lassen sich so ganze Motorblöcke, Turbinenteile, Sinteröfen und Kryokammern sowie Schweißvorrichtungen oder andere Bearbei-

tungsmaschinen präzise für die geplanten Untersuchungen ausrichten und während der Analyse entsprechend verfahren. Trotz der hohen Kräfte wird die erreichte Position stabil gehalten; die in den Hexapod-Beinen integrierten bürstenlosen Gleichstrommotoren sind mit Bremsen ausgestattet.

**Komfortable Ansteuerung**

Für die Ansteuerung des Hexapod-Systems kommuniziert der Hexapod-Controller mit der übergeordneten Steuerung der Messeinrichtung. Die Positionen werden in kartesischen Koordinaten vorgegeben; alle Transformationen für die Einzelantriebe übernimmt der Controller. Per Softwarebefehl ist die Festlegung eines praktisch beliebigen Punktes im Raum als Rotationszentrum möglich. Dieser frei definierbare Drehpunkt bleibt unabhängig von der Bewegung erhalten, die Bewegung der Hexapod-Plattform lässt sich so präzise auf die jeweilige Aufgabenstellung abstimmen.

**Autorinnen**

Dipl.-Phys. Birgit Schulze, Markt & Produkte, Physik Instrumente (PI)

Ellen-Christine Reiff, Redaktionsbüro Stutensee

**Kontakt**

Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, Karlsruhe  
Tel.: +49 721 4846 0  
info@pi.de  
www.pi.de

# Auf dem Weg zur Nachhaltigkeit

## Konfokale Laser-Scanning-Mikroskopie in der Solarzellenforschung

Die Herstellung von Solarzellen ist nicht unproblematisch. Die verwendeten Stoffe sind teilweise toxisch oder werden knapp. Der Energiebedarf für die Herstellung ist auch erheblich. Dass die Suche nach nachhaltigen Herstellungsverfahren ein Ziel von Forschungsprojekten ist, wundert somit nicht.

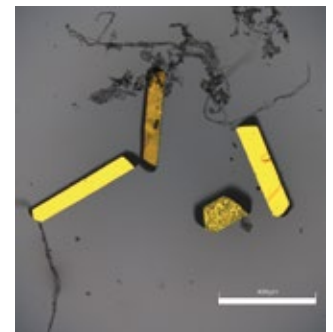
**S**olarzellen, die Sonnenlicht direkt in Elektrizität umwandeln, gelten als Inbegriff der grünen Energie. Aber wie werden Solarzellen eigentlich hergestellt? Betrachten wir zunächst das kristalline Silizium, ein Hauptbestandteil herkömmlicher Solarzellen. Schon die Umwandlung von Siliziumdioxid in seine wertvolle kristalline Form erfordert Temperaturen von mehr als 2.000°C – ein enorm energiehungriger Prozess.

Zur Herstellung von ultrareinem Silizium werden außerdem verschiedene gefährliche Chemikalien und ein berüchtigtes Treibhausgas benötigt. Weitere „Missetäter“ bei der heutigen Herstellung vieler anorganischer Dünnschicht-Solarzellen sind Verbindungen der toxischen Elemente Selen und Cadmium. Ein weiterer wichtiger Bestandteil ist Indium in Form von Indium-Zinnoxid (ITO). Die Förderung dieses seltenen Rohstoffs wird schätzungsweise ab 2017 unrentabel, wodurch neue Herausforderungen entstehen. Oder nehmen wir Tantalum, unentbehrlich in der Hochleistungs-Elektronik, um dessen begrenzte Reserven in der Demokratischen Republik Kongo erbittert gekämpft wird.

Angesichts der zunehmenden Belastung des globalen Energienetzes und der fieberhaften Suche nach nachhaltigen Energiequellen muss deshalb sichergestellt werden, dass die Fertigungsmethoden für die Green-Energy-Gewinnung gleichermaßen

nachhaltig sind – und hierin besteht das Ziel der Forschungsgruppe von Dr. Manuela Schiek an der Universität Oldenburg. Ihre Forschung konzentriert sich auf alternative Werkstoffe für die Herstellung von Solarzellen, die sowohl ungefährlich als auch jederzeit verfügbar sind. Dazu zählen der Einsatz organischer Halbleiter in der aktiven Schicht, in der die Energie eingefangen wird, sowie die Entwicklung einer lichtdurchlässigen Elektrodenschicht, bestehend aus einem Geflecht aus Silber-Nanodraht, welches in eine organische Polymer-Matrix eingebettet ist (s. Kasten „Architektur organischer Solarzellen“).

Moderne Techniken der Oberflächenanalyse liefern wertvolle Erkenntnisse zur Funktion von Solarzellen mit ihrem komplexen mehrschichtigen Aufbau. Die taktile Profilometrie und die Rasterkraft-Mikroskopie (Atomic Force Microscopy, AFM) waren jahrelang bevorzugte Techniken in der Oberflächenmetrologie. In jüngerer Zeit wird immer häufiger die konfokale 3D-Laser-Scanning-Mikroskopie (CLSM) eingesetzt.



**Abb. 1: Squarainfarbstoffe unter polarisiertem Licht. Diese molekularen Farbstoffe bieten eine nachhaltige Alternative für die photoaktive Schicht, hier dargestellt zwischen gekreuzten Polarisatoren mit dem Lext OLS4100 von Olympus. links: Einzelne Kristalle zeigen einen goldenen metallischen Glanz; rechts: Aufgeschleuderte Beschichtung mit unverdünntem Squarain, mit Sphärolithaggregaten, die sich bei der thermischen Bearbeitung durch Kristallisation bilden**

Das konfokale Laser-Scanning-Mikroskop vereint die Erstellung detailgetreuer optischer Echtfarbenbilder mit den Non-Contact-Funktionen der Laser-Scanning-Technologie. Genau genommen stellt es ein optisches Profilometer dar. Im Vergleich zu Techniken mit Abtastnadel ist das 3D-CLSM-Verfahren deutlich schneller und effizienter. Es bietet eine Auflösung bis zu 0,2 µm und erlaubt sogar die Vermessung weicher oder haftaktiver Oberflächen. Das vor kurzem im Labor von Dr. Schiek installierte konfokale 3D-Laser-Scanning-Mikroskop von Olympus vom Typ Lext OLS4100 hat sich bereits vielfach in der Materialforschung für Solarzellen bewährt.

◀ Durch Stichung zusammengeführte mikroskopische Hellfeldabbildung eines Geflechts aus Silber-Nanodrähten (AgNW), eingebettet in eine Polymer-Matrix

### Organische Materialien in der aktiven Schicht

In der aktiven Schicht einer Solarzelle wird die Energie aus den Photonen gewonnen. Bei organischen Solarzellen besteht diese Schicht häufig aus einer diskontinuierlichen Mischung („Blend“) zweier Materialien, eines Polymers und eines Fulleren. Diese Bulk-Heterojunction-Struktur, bei der das Polymer als Elektronen-Donor und das Fulleren als Elektronen-Akzeptor dient, führt zu einer effektiveren Ladungstrennung der Elektronen und Löcher und somit zu einer besseren Funktion der Solarzelle. Polymere sind jedoch oft nichts anderes als grob definierte Gemische von Materialien unterschiedlicher Kettenlänge, deren Eigenschaften von einer Charge zur nächsten stark schwanken können. Dagegen bestehen molekulare Halbleiter aus exakt definierten Bausteinen,

### Architektur organischer Solarzellen

Bei der gängigsten Bauform organischer Solarzellen ist eine aktive photonen-absorbierende Schicht zwischen zwei Elektroden eingeschlossen. Eine dieser Elektroden muss lichtdurchlässig sein. Beim Auftreffen von Photonen mit ausreichender Energie auf den organischen Halbleiter entstehen gebundene Elektron-Loch-Paare oder Exzitonen. An der Grenzfläche zweier unterschiedliche Materialien – einem Elektronen-Donor und einem Elektronen-Akzeptor – werden die Exzitonen in Elektronen und Löcher getrennt. Diese bewegen sich, dem durch die unterschiedlichen Elektroden erzeugten elektrischen Feld folgend, zur jeweiligen Elektrode. Dort werden die Ladungsträger extrahiert und dem äußeren Stromkreis zugeführt.

Die Forschungsarbeit von Dr. Schiek richtet sich erstens auf eine lichtdurchlässige Elektrode aus Silber-Nanodraht-Geflecht (AgNW) als Ersatz für das spröde und seltene ITO. Ein zweiter Schwerpunkt ist die Herstellung einer photoaktiven Schicht aus organischem Material als Alternative zu umweltschädigenden Chemikalien. Auf diese Weise sollen flexible, nachhaltige und kostengünstige Dünnschicht-Solarzellen für Consumer-Anwendungen entstehen.

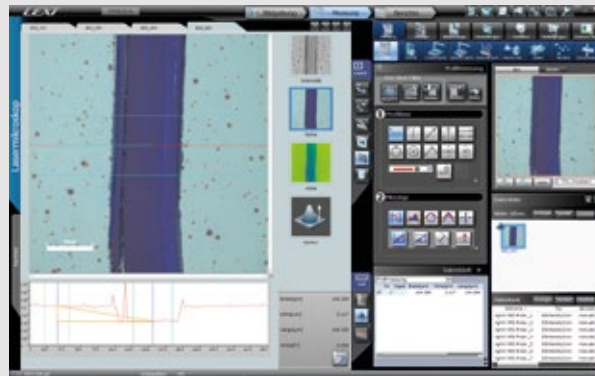
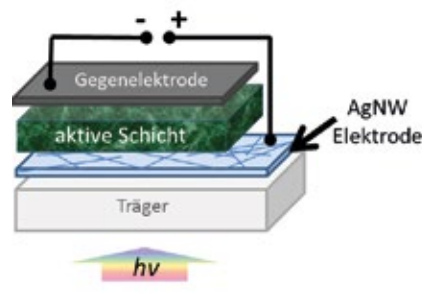


Abb. 2: Präzise Metrologie weicher Materialien. Die aus weichem organischem Material bestehende photoaktive Schicht ist typischerweise 100 nm dick und durch Berührung leicht zu beschädigen. Berührungslose Profilometrie wird hier mit dem Lext OLS4100 von Olympus erreicht (l.) und die Daten werden in einem Bericht zusammengefasst (r.).

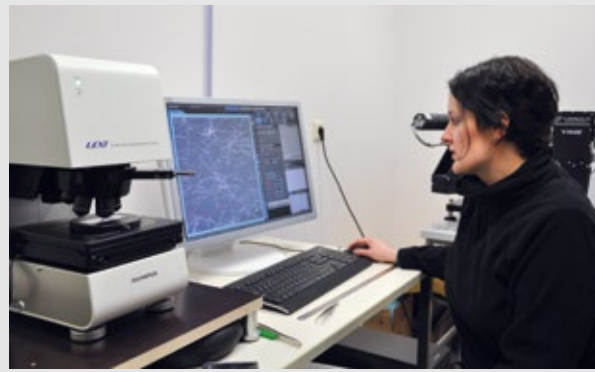


Abb. 3: Dr. Manuela Schiek bei der Untersuchung einer Probe einer Silber-Nanodraht-Elektrode unter Verwendung des Lext OLS4100. Dr. Manuela Schiek ist Juniorprofessorin im Labor für Energie- und Halbleiterforschung unter der Leitung von Dr. Jürgen Parisi am Institut für Physik der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg.

deren Eigenschaften sich oft schon durch geringfügige Strukturveränderungen anpassen lassen, um die Funktion der Solarzelle zu optimieren. Eine vielversprechende Klasse solcher Moleküle sind Squaraine (Quadratsäurefarbstoffe, Abb. 1) mit einem breiten Absorptionsband im Rotbereich des Lichtspektrums. Die Forschungsgruppe von Dr. Schiek arbeitet derzeit an einer aktiven Schicht für Bulk-Heterojunction-Solarzellen, die aus einer Mischung aus Squarainfarbstoffen und einem Fulleren-Akzeptor besteht.

Von Bedeutung ist die Dicke der photoaktiven Schicht: Ist sie zu dünn, wird nicht genug Licht absorbiert oder es entstehen Kurzschlüsse; ist sie hingegen zu dick, rekombinieren die Ladungsträger bevor sie die Elektroden erreichen.

Die genaue Messung der Schichtdicke ist somit wichtig. In Dr. Schieks Labor wird zunächst mit einer feinen Nadel ein Kratzer in die Oberfläche der aktiven Schicht eingegeben. Die Kanten des entstandenen „Tals“ werden dann profilometrisch vermessen. Bisher kam dafür die taktile Profilometrie zum Einsatz, doch macht die Weichheit des organischen Materials eine genaue Messung sehr schwierig. Tatsächlich wurde oft ein Höhenunterschied von etwa 20 nm zwischen zwei Kanten gemessen – ein beträchtlicher Wert angesichts einer durchschnittlichen Gesamtdicke der aktiven Schicht von nur 100 nm. Dies kam jedoch durch das Einritzen der Oberfläche beim „Aufsteigen“ der

Nadel aus dem Tal zustande, wodurch die gemessene Höhe zu niedrig ausfiel.

Heute dagegen, mit der konfokalen 3D-Laser-Scanning-Mikroskopie, wird die Oberfläche statt mit der Nadel von einem Laser abgetastet. Mit diesem kontaktfreien Verfahren lässt sich eine wesentlich höhere Genauigkeit der Oberflächen-Profilometrie erzielen (Abb. 2). Nicht zuletzt lässt sich die Probe jetzt viel intuitiver visuell darstellen. Mit dem Lext OLS4100 lassen sich alle Informationen einfach in einem Bericht zusammenfassen, wo das Bild die numerischen Daten ergänzt (Abb. 2b).

#### Autor

Markus Fabich, Produktmanager für Materials Science Microscopy, Olympus SE & CO. KG

#### Kontakt

Olympus Europa Holding GmbH, Hamburg  
Tel.: +49 40 237 73 0  
ralf.schaefer@olympus-europa.com  
www.olympus-europa.com

#### Weitere Informationen

English version:



<http://www.bit.ly/11Jo4pe>

Nähere Informationen zu den neuesten Anwendungslösungen von Olympus für den Bereich Materialforschung finden Sie unter [www.olympus-ims.com](http://www.olympus-ims.com)

# News

## Motek und Bondexpo: Bereits über 1.000 Aussteller registriert

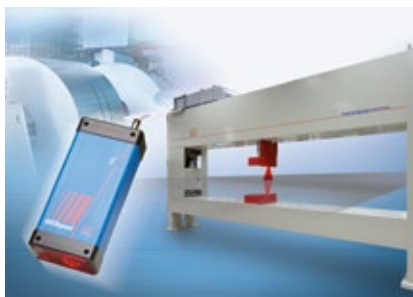
Das private Messeunternehmen P. E. Schall, Veranstalter der 33. Motek – Internationale Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung sowie der 8. Bondexpo – Internationale Fachmesse für Klebtechnologien, meldet das Überschreiten der Marke von 1.000 Ausstellern: Ende Juli waren bereits 1.027 Aussteller, davon 915 zur Motek und 112 zur Bondexpo, registriert.

Darüber hinaus berichtet Rainer Bachert, Projektleiter des Fachmessen-Duos, dass die Aussteller auch diesmal aus über 25 Ländern kommen und der Anteil ausländischer Hersteller/Anbieter mittlerweile über 20 % beträgt. Das größte Teilnehmerfeld an ausländischen Anbietern und Herstellern kommt diesmal aus Italien (zurzeit 46 Aussteller), dicht gefolgt von der Schweiz sowie den Ländern Frankreich, Österreich und Taiwan.

Die 33. Motek mit der 8. Bondexpo findet vom 6. bis 9. Oktober in der Landesmesse Stuttgart statt. [www.schall-messen.de](http://www.schall-messen.de)

## Micro-Epsilon veranstaltet Workshop „Messtechnik für Metallbänder“

Legierungsunabhängige Dickenmessanlagen auf der Basis von Laserliniensensoren eröffnen in der Produktion und Anarbeitung von Metallbänder neue Möglichkeiten bezüglich Effizienz, Qualitätssicherung und Dokumentation. Micro-Epsilon stellt diese Technologie sowie Lösungen und Anwendungsbeispiele für die Metallbranche in einem kostenlosen Workshop am 23. September in Hagen vor.



Die Materialunabhängigkeit, die eine legierungsspezifische Kalibrierung überflüssig macht, ist einer der großen Vorteile der optischen Dickenmessung gegenüber Anlagen, die auf Isotopen- oder Röntgenstrahlung basieren. Ferner überzeugen Laserliniensensoren durch die Nutzung des hohen Informationsgehalts von bis zu 640 einzelnen Messpunkten. [www.micro-epsilon.de/metall](http://www.micro-epsilon.de/metall)

# Vision 2014: Internationale Relevanz steigt



Das internationale Interesse an der Vision als führende Informations- und Präsentationsplattform für Bildverarbeitung wächst stetig. „Mit dem derzeitigen Anmeldestand haben wir die Ausstellerzahl der letzten Vision schon jetzt überschritten. Dabei erreicht der Auslandsanteil mit deutlich über 50 % einen Rekordwert“, meldet Florian Niethammer, Projektleiter der Messe Stuttgart, bereits im August. Die Top-Länderschwerpunkte bilden dieses Jahr die USA, Frankreich, die Schweiz, Japan, Großbritannien, Belgien, Italien, China, Niederlande sowie Kanada.

„Wir sind überzeugt, dass wir das selbst gesteckte Ziel von 400 Ausstellern im Herbst erreichen können“, so Niethammer weiter. Die Vision 2014 deckt wieder das komplette Spektrum an Bildverarbeitungstechnologie ab, ob Komponenten, schlüsselfertige Komplettlösungen, praktische Anwendungen oder zugehörige Dienstleistungen. Die Komponentenvielfalt reicht vom Bildsensor, über die

Kamera, Optik, Framegrabber, Rechner, Software bis hin zur Beleuchtung, zu Kabel und Zubehör.

## Neue Themenschwerpunkte

Darüber hinaus stehen auf der 26. Vision vom 4. bis 6. November in der Landesmesse Stuttgart viele Neuigkeiten auf der Agenda: Mit neuen Veranstaltungsmodulen möchte die Messe noch intensiver auf die Bedürfnisse der Aussteller und Besucher eingehen. Erstmals gibt es den Gemeinschaftsstand „IPC 4 Vision“, auf dem Hersteller von Industrie PCs Produkte speziell für die Bildverarbeitung präsentieren. Die Industrial Vision Days werden neu strukturiert und es gibt zwei neue Themenschwerpunkte: „Traffic Vision“ sowie „Vision 4 Automation“. Nicht zuletzt werden die zum zweiten Mal ausgerichteten VDMA-Technologietage marktorientierte Forschungsthemen präsentieren.

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

## Application Forum ergänzt Integration Area auf der Vision

Dem Markttrend zu Komplettlösungen wird die Leitmesse Vision durch die „Integration Area“ gerecht, die zum fünften Mal stattfindet. Hier findet der Besucher ausschließlich Lösungsanbieter und Systemintegratoren. „Das Konzept kommt sehr gut an“, betont Projektleiter Florian Niethammer, „und gegenüber 2012 ist die Integration Area flächenmäßig und bei der Ausstellerzahl nochmals gewachsen“. Die Integration Area wird erneut von der inspect unterstützt, ebenso das neue „Inspect Application Forum“.

Unter dem Motto „Vision meets Application“ finden potentielle Endanwender für Bildverarbeitung dort erstmalig auf der Vision

ein Vortragsforum, das sich ausschließlich ihren speziellen Bedürfnissen widmet. Nationale und internationale Systemanbieter – u.a. Allied Vision Technologies, Cognex, Compar, Framos, Microscan, Neurocheck, Opto Engineering, ProPhotonix, Polytec, Smartray, Trioptics, Visiosens – präsentieren dort gemeinsam mit Partnern ihre branchenspezifische Lösungskompetenz. Neben den Vorträgen wird es in der exklusiven B2B-Lounge auf der Galerie im Eingangsbereich Ost ausgiebig Gelegenheit zum persönlichen Austausch zwischen Referenten und Anwendern geben.

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

*Fortsetzung auf S. 72*

GLÄNZENDE

AUSSICHTEN

**GIT VERLAG**

A Wiley Brand

  
**VISION**

Weltleitmesse für  
Bildverarbeitung

4. - 6. Nov. 2014  
Messe Stuttgart

Halle 1, direkt im Eingangs-Bereich

© Valua Vitely | Fotolia

## Vision Integration Area – für alle, die nach einer passgenauen Lösung suchen!

Die Plattform für Systemintegratoren und Lösungsanbieter für industrielle Bildverarbeitung. Schlüsselfertige Systeme, applikationsspezifische Lösungen und optimierte Verfahren für die unterschiedlichen Branchen: von der Automobilindustrie bis zur Photovoltaik, von der Nahrungsmittelindustrie

bis zur Medizintechnik. Folgen Sie auf der Vision dem gelben Teppich in Halle 1 und entdecken Sie die Vielfalt der Bildverarbeitungslösungen: Qualitätskontrolle, Identifikation, Inspektion, Messtechnik, sowie 2D- und 3D-Roboterführung.

  
bi-ber  
Bilderkennungssysteme

  
Dobos  
VISION

  
focal  
Imagingvision & Appl.

  
Komponenten & Systemintegration  
h.hefel  
TECHNIE

  
Hella Aglaia

  
inspectomation

  
Mühlbauer  
High Tech International

  
SINTEF

  
sortec  
"Intelligent Vision in Manufacturing"  
Turning systems and machines

  
VISIO NERF  
Vision for Your Automation

  
VISION CONSULTANCY  
MAKING THE GREEN FUTURE

  
VISION  
EXCELLENCE IN QUALITY CONTROL

sponsored by  
**inspect**

### Werth lädt zu Seminaren ein

Aufgrund der positiven Resonanz im letzten Jahr finden auch 2014 wieder Seminare von Werth Messtechnik an ausgewählten Standorten in Deutschland statt, u.a. in Zusammenarbeit mit Hochschulen und Instituten. Der erste Veranstaltungstag thematisiert die Bereiche Multisensorik und Qualitätssicherung. Namhafte Gastredner aus Forschung und Industrie vermitteln ihr Fachwissen zu aktuellen Problemstellungen. Am zweiten Tag der Veranstaltung können Werth-Geräteanwender neue Hard- und Softwareoptionen kennenlernen. An beiden Tagen besteht die Möglichkeit, an einem voll ausgestatteten Multisensor-Koordinatenmessgerät Testmessungen durchführen zu lassen. Darüber hinaus stehen Experten bei Fragen zu aktuellen Anwendungen zur Verfügung.

#### Veranstaltungstermine 2014:

- Westsächsische Hochschule Zwickau  
17. - 18.09.2014
- HDU Deggendorf  
24. - 25.09.2014
- Viva Creativo Hotel, Hannover  
09. - 10.10.2014
- Fraunhofer IPT Aachen  
29. - 30.10.2014
- Werth Messtechnik GmbH, Gießen  
05. - 06.11.2014
- Dienstleistungszentrum Messtronik,  
St. Georgen  
12. - 13.11.2014

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

### Zeiss eröffnet neues Veranstaltungszentrum

Zeiss hat in Oberkochen ein neues Veranstaltungszentrum eröffnet. Mit den drei Bereichen Conference - Event - Museum bietet es auf 5.000 m<sup>2</sup> mehr als 20 Räume. 14 Mio. € hat das Zeiss Forum gekostet. Das Unternehmen übernahm selbst den Großteil davon, die Stadt Oberkochen und der Ostalbkreis steuerten jeweils 1,25 Mio. € bei. Im neuen Forum führt Zeiss vor allem internationale Konferenzen und Tagungen für Kunden sowie Workshops und Seminare für die eigenen Mitarbeiter durch. Aufgrund der finanziellen Be-

teiligungen der Stadt Oberkochen und des Ostalbkreises erhalten die Stadt und der Landkreis Kontingente für eigene Events. Aber auch anderen Unternehmen aus der Region und darüber hinaus steht das Forum für Veranstaltungen offen.

Zum Gebäude gehört auch ein Museum der Optik: Auf 1.000 m<sup>2</sup> präsentiert es Objekte aus über 160 Jahren Zeiss-Unternehmensgeschichte und Geschichte der Optik. Im integrierten Mini-Planetarium erleben die Besucher, was moderne optisch-mechanische Projektoren leisten: Sie bieten einen realistischen Sternenhimmel sowie zahlreiche Darstellungsmöglichkeiten.

In der „Schatzkammer der Optik“ sind zudem einige historisch bedeutende Stücke zu sehen, beispielsweise ein Handfernrohr, das Napoleon Bonaparte nach der Schlacht von Waterloo abgenommen wurde. Der Eintritt in das für die Öffentlichkeit zugängliche Museum ist kostenfrei.

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



### Ausbildung in der Digitalen Radiologie bei VisiConsult

VisiConsult bietet im Herbst 2014 in Zusammenarbeit mit der Deutschen Gesellschaft für Zerstörungsfreie Prüfung e.V. (DGZfP) Weiterbildungsmaßnahmen in der Digitalen Radiologie. Mit diesen Kursen werden den Anwendern der filmlosen Röntgenprüfung gezielt Ausbildungen angeboten.

Vom 3. bis 7. November finden im Hause VisiConsult die Kurse DR 1+2 statt. Die Kurse werden von zertifizierten Ausbildern der DGZfP durchgeführt. Die Kurse wenden sich an Prüf- und Prüfaufsichtspersonal, das mit dem Einsatz von filmlosen Röntgenprüfeinrichtungen betraut ist und diese Anlagen in der Praxis anwenden, optimieren und kontrollieren sollen. Die Kurse sind vorwiegend

auf metallische Werkstoffe ausgerichtet, die im Bereich der Gussteil- und Rohrproduktion, im Kfz-Bereich und auf diversen anderen Gebieten mit dieser Prüftechnik befasst sind.

Im Rahmen der Kurse werden den Teilnehmern durch Übungen und Demonstrationen auf verschiedenen Anlagen der VisiConsult mit CR-Systemen und Filmscannern physikalische Zusammenhänge näher gebracht und in der Praxis gezeigt. Die beiden Kurse enden jeweils nach einer Woche mit einer abschließenden Prüfung. Ein Rahmenprogramm rundet die Kurse mit einem gemeinsamen Abend im historischen Lübeck ab.

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

### Messe Parts2clean schließt mit Besucherrekord

Die Veranstalter sind zufrieden: Die nunmehr 12. Parts2clean ging mit einem Besucherrekord zu Ende. Insgesamt besuchten die Messe für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung, die erstmals zeitgleich mit der O&S, der Fachmesse für Oberflächen und Schichten, ausgerichtet wurde, 10 916 Besucher. Die Besucheranalyse ergab insgesamt ein Ergebnis von 8 460 Fachbesuchern, was einem Wachstum von knapp 70 % entspricht. Der Anteil ausländischer Besucher lag bei 21 % (2013: 20 %). Sie waren aus 33 Ländern angereist. Für Zufriedenheit bei den Aus-



stellern sorgten auch die fachliche Qualifikation und die hohe Entscheidungskompetenz der Besucher. 86 % gaben an, in betriebliche Investitionsprozesse eingebunden zu sein, 51 % kamen mit konkreten Investitionsabsichten auf die Messe. Als nächste Oberflächentechnik-Messe in Deutschland steht die Surface Technology im Rahmen der Hannover Messe vom 13. bis 17. April 2015 an. Die nächste Parts2clean ist turnusgemäß vom 9. bis 11. Juni 2015.

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



# Kalender

Datum & Ort	Thema & Info
<b>23. - 26.09.2014</b> Essen	<b>Security Essen 2014</b> Weltleitmesse für Sicherheit und Brandschutz <a href="http://www.security-essen.de">www.security-essen.de</a>
<b>30.09.2014</b> Verpackungsakademie, Suhl	<b>dvi Verpackungsakademie</b> Durchsatz erhöhen, Qualität verbessern, Produktvielfalt beherrschen – Prozessoptimierung durch Bildverarbeitung <a href="http://www.verpackungsakademie.de">www.verpackungsakademie.de</a>
<b>06. - 09.10.2014</b> Stuttgart	<b>Motek</b> Internationale Fachmesse für Produktions- und Montageautomatisierung <a href="http://www.motek-messe.de">www.motek-messe.de</a>
<b>07.10.2014</b> , HCI, Universität Heidelberg	<b>56. Heidelberger Bildverarbeitungsforum</b> Bildverarbeitungssoftware: Anforderungen, Qualitätskriterien und Standardbibliotheken <a href="http://www.bv-forum.de">www.bv-forum.de</a>
<b>09. - 10.10.2014</b> Freiburg	<b>VIEW Summit 2014</b> Alles Wissenswerte über die neuesten Entwicklungen und Trends rund um die Industrielle Bildverarbeitung (IBV) und Human Machine Interface (HMI), Touch Interfaces und Embedded Computing. <a href="http://www.pyramid.de/view.html">www.pyramid.de/view.html</a>
<b>15. - 16.10.2014</b> München	<b>Fraunhofer Vision Technologietage 2014</b> Innovative Technologien für die industrielle Qualitätssicherung mit Bildverarbeitung <a href="http://www.vision.fraunhofer.de">www.vision.fraunhofer.de</a>
<b>15. - 16.10.2014</b> Frankfurt am Main	<b>Bildverarbeitung im Maschinenbau</b> VDMA Seminar <a href="http://mbi.vdma.org/seminare">http://mbi.vdma.org/seminare</a>
<b>04. - 06.11.2014</b> Stuttgart	<b>Vision 2014</b> Internationale Fachmesse für industrielle Bildverarbeitung und Identifikationstechnologien <a href="http://www.messe-stuttgart.de/vision/">www.messe-stuttgart.de/vision/</a>
<b>04. - 06.11.2014</b> Messe Stuttgart auf der Vision	<b>inspect application forum</b> Netzwerkveranstaltung für Bildverarbeitungsanwender und System- und Lösungsanbieter <a href="http://www.inspect-application-forum.de">www.inspect-application-forum.de</a>
<b>04. - 06.11.2014</b> Frankfurt am Main	<b>Euro ID 2014</b> 10. Internationale Fachmesse für Identifikation <a href="http://www.mesago.de/de/EID/home.htm">www.mesago.de/de/EID/home.htm</a>
<b>19.11.2014</b> Centrum Industrial IT, Lemgo	<b>BVAu 2014</b> Jahreskolloquium „Bildverarbeitung in der Automation“ <a href="http://www.init-owl.de/bvau2014">www.init-owl.de/bvau2014</a>
<b>19. - 20.11.2014</b> Braunschweig	<b>9. VDI-Tagung Koordinatenmesstechnik 2014</b> <a href="http://www.vdi-wissensforum.de">www.vdi-wissensforum.de</a>
<b>25. - 27.11.2014</b> Nürnberg	<b>SPS IPC Drives 2014</b> Elektrische Automatisierung - Systeme und Komponenten <a href="http://www.mesago.de/de/SPS/">www.mesago.de/de/SPS/</a>
<b>26. - 27.11.2014</b> Erlangen	<b>Fraunhofer Vision Seminar</b> Wärmefluss-Thermographie als zerstörungsfreies Prüfverfahren für die Qualitätssicherung in der Produktion <a href="http://www.vision.fraunhofer.de">www.vision.fraunhofer.de</a>
<b>03. - 04.12.2014</b> Karlsruhe	<b>Fraunhofer Vision Seminar</b> Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung <a href="http://www.vision.fraunhofer.de">www.vision.fraunhofer.de</a>



Die **Vision** ist der Marktplatz für Komponenten-Hersteller, aber auch Plattform für System-Anbieter und Integratoren. Auf der Vision informieren sich OEMs, Maschinenbauer und Systemhäuser über die neuesten Innovationen aus der Welt der Bildverarbeitungskomponenten.

Die Leser der *inspect* sind herzlich zu einem **kostenfreien Besuch** der **Vision 2014** eingeladen. Registrieren Sie sich einfach vorab unter [www.messe-stuttgart.de/tickets](http://www.messe-stuttgart.de/tickets) mit dem Aktionscode **INSPECT-VISION-2014**. Treffen Sie das *inspect*-Team an unserem Messestand C 07 in Halle 1 oder im *inspect* application forum.

**inspect** – Europas führende Fachzeitschrift für angewandte Bildverarbeitung und optische Messtechnik – präsentiert in Kooperation mit der Messe Stuttgart und D&H Premium Events das erste Forum nur für Endanwender auf der Vision 2014, der Weltleitmesse für Bildverarbeitung.

**inspect APPLICATION FORUM**

4. – 6. Nov. 2014  
Messe Stuttgart

Die **9. VDI-Tagung Koordinatenmesstechnik 2014** vermittelt einen Überblick über die Einsatzmöglichkeiten aktueller Technologien der Koordinatenmesstechnik und über relevante Normen und Richtlinien.



SPS IPC Drives 2014

## Index

Firma	Seite
<b>A</b> dlink	14
AHF Analysentechnik	29
Allied Vision Technologies	6, 9, 22
APE Engineering	28
AT Automation Technology	64
<b>B</b> alluff	27, 30
Basler	6, 26, 36, 4.US
Baumer	21, 24
Bressner Technology	26
Breuckmann	6
Büchner Lichtsysteme	22, 25
<b>C</b> arl Zeiss IMT Industrielle Messtechnik	58
Carl Zeiss Microscopy	62, 72
Cognex	14
<b>D</b> &H Premium Events	70, 73
Datalogic Automation	32
Deutsche Messe	72
Dostmann Electronic	64
DVS Dutch Vision Systems	40
<b>E</b> dmond Optics	6, 18
EMVA European Machine Vision Association	6, 65
EVT Eye Vison Technology	27
<b>F</b> alcon Illumination mv	24
Faro Europe	8
Flir Systems	48, 62
Fraunhofer Anwendungszentrum CT in der Messtechnik	54

Firma	Seite
Fraunhofer IPT	48
<b>H</b> amamatsu Photonics Europe	62
Helmholtz-Zentrum Geesthacht (HZG)	66
Hexagon Metrology	6
<b>I</b> DS Imaging Development Systems	23
IIM	62, 64
Industrial Control	10
<b>J</b> AI	37
<b>K</b> appa optronics	24, 43
Kowa Optimed Deutschland	22, 26
Landesmesse Stuttgart	70, 3.US
Laser 2000	62
Laser Components	8
LMI Technologies	10, 14, Titelseite
<b>M</b> atrix Vision	17, 25, 26
MBJ Imaging	63
Micro-Epsilon Messtechnik	13, 20, 70
Microscan Systems B.V.	8, 22, 36
Mikrotron	8
Mobotix	63
<b>N</b> anoCT Systeme	54
NextSense	63
<b>O</b> lympus Europa	68
Optris	42, 49, 64
<b>P</b> hysik Instrumente (PI)	66
Point Grey Research	7, 22

Firma	Seite
Polytec	63
Prophotonix	22
Pyramid Computer	16, 2.US
<b>Q</b> ioptiq Photonics	24, 33, 35
<b>R</b> auscher	3
Ricoh Imaging Deutschland	12, 25
Robert Bosch Verpackungsmaschinen	34
RWTH Aachen	48
<b>P.E. S</b> chall	70
Schäfter + Kirchhoff	57, 64
Seidenader Maschinenbau	51
Sinfrared	45
SKZ Das Kunststoff-Zentrum	54
Stemmer Imaging	8, 14, 24
<b>T</b> amron Europe	23, 31
Teledyne Dalsa	5, 14
The Imaging Source Europe	25
<b>V</b> DMA Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau	8
Vero Software	6
VisiConsult	72
Vision Components	27
Volume Graphics	38, 54, 55
<b>W</b> enzel Group	57
Werth Messtechnik	54, 72
<b>X</b> enics	6, 45
<b>Y</b> xlon International	60

## Impressum

**Herausgeber**

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

**Publishing Director**  
Steffen Ebert**Redaktion**

Bernhard Schroth (Chefredakteur)  
Tel.: +49/6201/606-753  
bernhard.schroth@wiley.com

Anke Grytzka  
Tel.: +49/6201/606-771  
anke.grytzka@wiley.com

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

**Redaktionsbüro München**

Joachim Hachmeister  
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**

Claudia Brandstetter  
Tel.: +49/89/43749678  
claudia.brandst@t-online.de

**Manfred Höring**

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

**Dr. Michael Leising**

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

**Herstellung**

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

**Leserservice / Adressverwaltung**

Marlene Eitner  
Tel.: +49/6201/606-711  
marlene.eitner@wiley.com

**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 2013  
2014 erscheinen 7 Ausgaben „inspect“  
Druckauflage: 20.000 (2. Quartal 2014)

**Abonnement 2014**

7 Ausgaben EUR 47,00 zzgl. 7% MWSt  
Einzelheft EUR 15,10 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, Versandreklamationen sind nur innerhalb von 4 Wochen nach Erscheinen möglich.

**Originalarbeiten**

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

Dem Verlag ist das ausschließliche, räumlich, zeitlich und inhaltlich eingeschränkte Recht eingeräumt, das Werk/den 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.

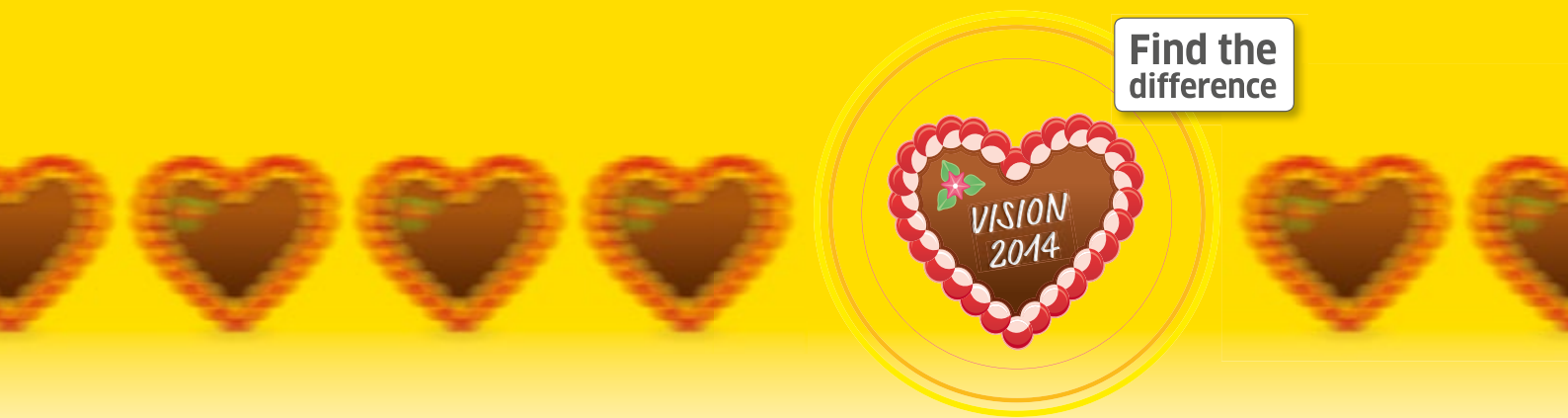
Alle etwaig in dieser Ausgabe genannten und/ oder gezeigten Namen, Bezeichnungen oder Zeichen können Marken oder eingetragene Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

**Druck**

Frotscher Druck  
Riedstr. 8, 64295 Darmstadt  
Printed in Germany  
ISSN 1616-5284



# Ressourcen-Effizienz statt Ausschuss- Produktion? Bildverarbeitung macht's möglich.



Bildverarbeitungssysteme erkennen fehlerhafte Teile zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt und sordern sie aus. Oft können die Teile später wieder in den Produktionsprozess zurückgeführt werden. So optimieren Sie den Materialeinsatz und senken die Kosten. Alles zum Thema Bildverarbeitung erfahren Sie auf der VISION - The Heart of Vision Technology.

**4. - 6. November 2014**  
**Messe Stuttgart**  
[www.vision-messe.de](http://www.vision-messe.de)



**VISION**  
Weltleitmesse für  
Bildverarbeitung

OVER 30 DIFFERENT CCD & CMOS SENSORS  
OVER 100 DIFFERENT GIGE CAMERA MODELS  
THOUSANDS OF SATISFIED CUSTOMERS  
EIGHT YEARS OF GIGE LEADERSHIP

WE DIDN'T INVENT **GigE**.  
WE PERFECTED IT.

**AT BASLER WE KNOW WHAT'S PRECIOUS TO OUR CUSTOMERS.** From the time we first championed the development of an industry-wide GigE standard, Basler has driven the GigE innovations that drive business for machine vision customers. We've delivered consistency. Reliability. And high performance—without the high price tag. Basler's rigorous approach to quality assurance has earned us unparalleled customer trust. Every camera we ship is individually tested before it leaves our facilities. That's why we can confidently offer the industry's longest and most comprehensive warranty on GigE cameras. And our commitment to continuous improvement means that every day of the year, every camera in our vast GigE portfolio represents best-in-class value.

There are more than 350,000 Basler GigE cameras in service today. Learn how we guarantee every one is a gem at [www.baslerweb.com](http://www.baslerweb.com).



**GigE**<sup>®</sup>  
VISION

**BASLER**<sup>®</sup>  
the power of sight