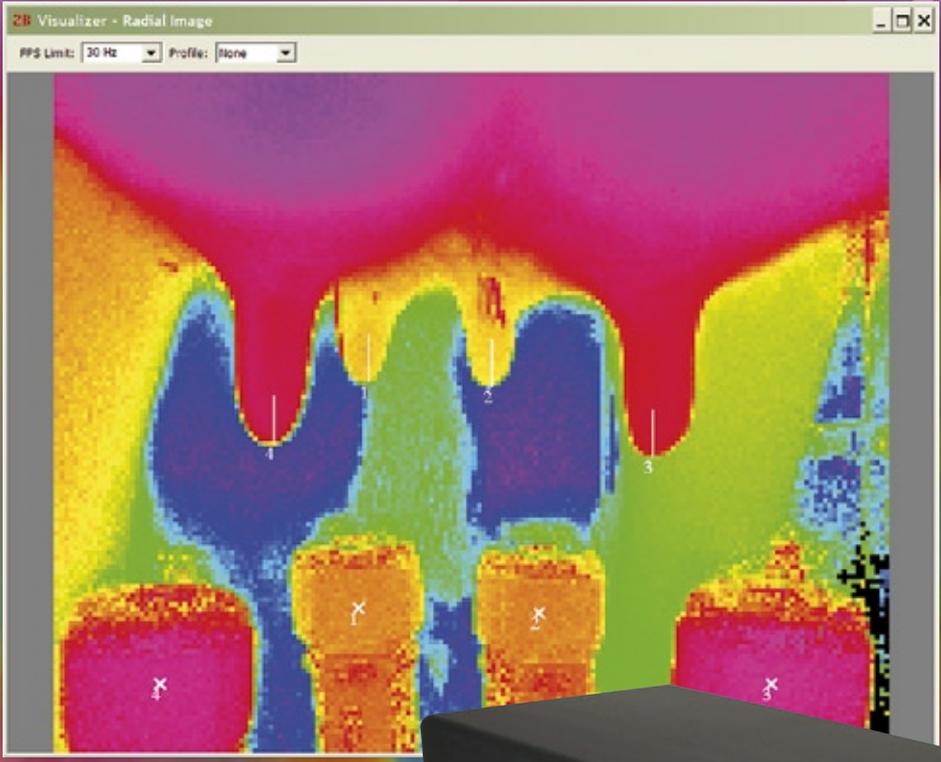


# INSPECT

D 30 122 F

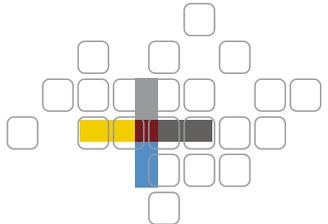
# 11



Special: World of 3D

High-Tech im Kuhstall

Nachlese Vision 2009



PARTNER OF:



A Passion  
For Communication  
Since 1969

40 Years **GIT VERLAG**  
A Wiley Company  
[www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)

# Get more VISION

## Introducing BOA: Die nächste Generation von Smart Kameras für die autarke Inspektion

BOA ist eine leistungsstarke, günstige und robuste Lösung für die optische Inspektion in der Produktion. DALSA's einfach zu bedienende iNSpect Software ermöglicht es Einsteigern wie auch Spezialisten, schnell Anwendungen zu entwerfen, zu testen und in den Herstellungsprozess einzufügen.



BOA: All-in-One Vision System for Industrial Machine Vision

- BOA All-in-one Vision-System für die industrielle Bildverarbeitung
- Quadratisches Gehäuse mit 44 mm Kantenlänge, allseitige Montage möglich, ideal für Anwendungen mit wenig Platz
- Monochrom- oder Farbsensor, CCD, 640x480 Pixel Auflösung
- Robustes Gehäuse, IP67 Schutzart für raue Umgebungen mit Schmutz und Wasser
- Multiple Processing Engines mit kombinierter DSP-, FPGA- und CPU-Technologie
- Flexible Anschlussmöglichkeiten über Ethernet und/oder RS232
- Integrierte Point-and-Click-Software, einfach zu nutzen, keine Installation erforderlich.



Capture the power of DALSA

Download der BOA-Produktbroschüre unter: [www.dalsa.com/BOA/ins11](http://www.dalsa.com/BOA/ins11)

**DALSA**

# Brainstorming 1969

Kennen Sie den Unterschied zwischen Politik und Physik? Nein?

Als Physiker muss man mitunter 40 Jahre warten, bevor man die öffentliche Anerkennung für eine erbrachte Leistung erhält. In der Politik bekommt diese Anerkennung schon der Hoffnungsträger, der die Leistung erst noch erbringen soll.

Allerdings ist der Weltfrieden auch ein Ziel, das viel Hoffnung und so manchen Hoffnungsträger erfordert, und Wagemut (audacity), zu dem sich der Empfänger des diesjährigen Friedensnobelpreises bekennt. Die Zielsetzung der Herren Boyle und Smith, Nobelpreisträger für Physik 2009, war im Vergleich dazu viel bodenständiger: Sie sollten im Jahr 1969 für ihren damaligen Arbeitgeber, die Bell Laboratories in New Jersey, einen neuen effizienteren elektronischen Massenspeicher entwickeln. Tatsächlich erdacht haben sie den CCD-Chip. Nach nur einer Stunde Brainstorming. Und ohne dass die beiden irgendetwas mit Bildern und Kameras im Sinn gehabt hätten.

Nach etwa einer weiteren Woche stand der erste Prototyp des Chips, und nur ein Jahr nach der Erfindung konnten Smith und Boyle das Funktionsprinzip das erste Mal in einer Video-Kamera demonstrieren. Der eigentlich geplante Speicher war längst vergessen. Im Jahr 1972 baute Fairchild den ersten Bildsensor mit 100 x 100 Pixeln, wenige Jahre später ging dieser in Produktion. 1975 dann haben Boyle und Smith selbst eine digitale Videokamera entworfen, die ein ausreichend hohes Auflösungsvermögen für die Fernsehübertragung hatte. Es hat dann zwar noch weitere 10 Jahre gedauert, bis die erste digitale photographische Kamera auf den Markt gekommen ist, aber dann war der Siegeszug der Digitalkamera mit Charge Coupled Device unaufhaltsam und das Ende der Ära des photographischen Films war eingeläutet.

Diese eine Stunde Diskussion zwischen den beiden Physikern hat seitdem Generationen von Geräten, Technologien und Verfahren begründet und für ganze Industriezweige erst die Basis geschaffen. Unter anderem für den, aus dem die INSPECT nun im zehnten Jahr berichtet.

Ein Zufallstreffer? Ein Glücksfall? Für Willard S. Boyle liegt die Ursache für den Erfolg im damaligen Arbeitsklima der Bell Laboratories begründet. Kreativität wurde ausdrücklich gefördert. Um an einem neuen Thema arbeiten zu können, musste kein Business Plan vorgelegt werden, nicht einmal ein Milestone-Plan, kein Budget für die Entwicklung und keine Profitprognose für das Ergebnis. Das Management bestand nicht aus „Bürokraten“, wie Boyle sich ausdrückt, sondern selbst aus Wissenschaftlern. Der Führungsstil war „Management by walking around“, mit dem Ergebnis einer kollegialen Atmosphäre über die Hierarchieebenen hinweg und eines kontinuierlichen regen fachlichen Austausches. Für Boyle ist noch heute, rückblickend nach vier Dekaden, die Freude an der Arbeit, der hohe Freiheitsgrad in der Entwicklung neuer Konzepte und die Möglichkeit, in vielen unterschiedlichen Bereichen tätig zu sein, die Grundlage des gemeinsamen Erfolgs. Er selbst war beispielsweise mal für zwei Jahre an das Apollo-Programm der NASA „ausgeliehen“, um dann wieder in sein Forschungslabor bei Bell zurückzukehren.

Dennoch. Ist das nicht unprofessionell? Vielleicht doch ein Zufallstreffer, ein Glücksfall?

Bis heute haben insgesamt 13 Wissenschaftler zusammen sieben Nobelpreise in Physik erhalten für Arbeiten, die sie in den Bell Laboratories durchgeführt haben.

Das sind keine schlechten Argumente für kreative Freiheit als Grundlage für Erfindung und Innovation.

Und kreative Freiheit ist im Übrigen auch keine schlechte Grundlage für den Weltfrieden.

Lesen Sie in dieser Ausgabe der INSPECT, was sich Willard S. Boyle und George E. Smith vor 40 Jahren sicher nicht haben träumen lassen: wohin sich elektronische Bilder und maschinelles Sehen mittlerweile entwickelt haben.

Dabei wünscht viel Vergnügen,  
Gabriele Jansen  
Publishing Director INSPECT

## e2v Zeilenkameras

— für schlanke Budgets —

Zeilenkameras der neuen DiViNA Serie  
— ein unschlagbar günstiger Preis  
und trotzdem höchste Leistung



Die DiViNA basieren auf den erfolgreichen Sensoren der AViVA Zeilenkameras und bieten exakt die gleiche hohe Bildqualität

Die monochromen low-cost Zeilenkameras sind für Standardanwendungen optimal ausgelegt und haben ein ausgezeichnetes Preis-/Leistungsverhältnis

**NEU**

### ■ e2v DiViNA Serie

Auflösungen 1024 bis 4096 Pixel/Zeile

Pixelgröße 10 µm und 14 µm

Zeilenfrequenz bis 36 kHz

Datenrate bis 40 MHz

Spektralbereich 250 bis 1100 nm

Abmessungen 60 x 60 x 45 mm

**DiViNA — AViVA — ELiXA**  
**— Zeilenkameras in Perfektion —**

**RAUSCHER**

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

## TOPICS

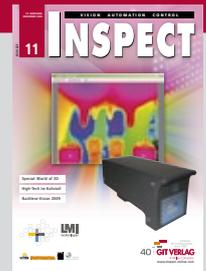
- 003 Editorial**  
Brainstorming 1969  
Gabriele Jansen
- 006 News**
- 010 Erfolgreiche Partnerschaft**  
Interview mit Frank Grube, CEO Allied Vision Technologies,  
und Christof Zollitsch, CEO Stemmer Imaging
- 012 Eine Dosis Vision**  
Optimistische Stimmung auf der 22. Fachmesse Vision in Stuttgart  
Stephanie Nickl
- 018 Topics with Impact:**  
**All you ever wanted to know about 3D**  
INSPECT-Podiumsdiskussion während der Vision 2009
- 019 Event Kalender**
- 020 Weltkoordinaten im Griff**  
Grundlagen der Bildverarbeitung: Kamerakalibrierung  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp
- 047 Online**
- 048 Visionäre**  
Interview mit Johann Salzberger, Geschäftsführer Micro-Epsilon
- 050 Umfrage**
- 050 Index & Impressum**
- 050 Vorschau**

## VISION

- 023 Echtzeit 3D-Rekonstruktion mit GigE Vision**  
3D Streifenprojektionssystem mit GigE  
Hochgeschwindigkeitskamera  
Laurette Perrard
- 024 3D-Daten aus der Laufzeitmessung**  
Time of Flight – Das Messprinzip  
Christian Waizenegger
- 026 Im Rampenlicht**  
Beleuchtung für die 2D- und 3D-Bildverarbeitung  
Thomas Rampertshammer
- 028 Ein Schritt voraus**  
3D-Scanner für den maßgeschneiderten Schuh  
Michael Gibbons
- 030 Die Kraft der Anziehung**  
3D-Objekterfassung und Bewegungssteuerung  
Fabian Bätz-Oberhäuser, Benjamin Kolb, Prof. Dr.-Ing. Peter Schwarz
- 032 Mit besonderer Note**  
Über das Standard-Bildverarbeitungs-System hinaus  
Christoph Kunz
- 034 Produkte**

## TITELSTORY

- 008 Gute Milch von glücklichen Kühen**  
Time-of-Flight-Verfahren ermöglicht automatisches Melken  
Dr. Walt Pastorius



## AUTOMATION

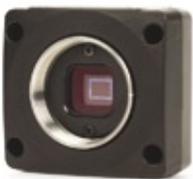
- 035 Augmented Reality statt Augentropfen**  
Optisches Tracking in der Datenbrille eines medizinischen  
Trainings-Simulators  
Meike Hummerich
- 037 Moderne Krieger**  
Echtzeit-3D-Bildverarbeitung für Roboter  
in gefährlichen Einsätzen
- 038 Quer durch Sibirien**  
3D-OCR garantiert Rückverfolgbarkeit von Eisenbahnrädern  
Horst Horvath
- 040 Einfach die besseren Kontakte**  
Inline-3D-Inspektion für die 100%-Kontrolle von Steckverbindern  
Alexander Piaseczki

## CONTROL

- 042 Kosten-Optimierung der Rohrleitungsfertigung**  
Wirtschaftlich denken heißt fortschrittlich messen  
Jutta Thiel
- 045 Ein weiter Weg**  
3D-Messtechnik in Form- und Geometrieanalyse  
Harald Rein
- 046 Produkte**



# real **easy**



## Die Chameleon™ USB 2.0 Kamera: eine leichte Wahl für echte Bildverarbeitung

Stell' dir eine Kamera mit einem außergewöhnlich sensitiven **1.3 MP Sony® CCD-Sensor** und einer **USB 2.0** Schnittstelle vor, die nahezu an jedem System verwendet werden kann. Dann mal' dir aus, wie diese von einem **FPGA** gesteuert wird und in einem kompakten Gehäuse mit **GPIO's** für **Trigger** und **Strobe** erhältlich ist. Nun entdeck' die Chameleon und lass' einfache Bildverarbeitung für **USD \$375** zur Realität werden.

Schliess' dich dem Rudel an: [www.ptgrey.com/realeasy](http://www.ptgrey.com/realeasy)

 **POINT GREY**  
*Innovation in Imaging*

**AIA, EMVA und JIIA unterzeichnen Kooperationsvereinbarung für Bildverarbeitungsstandards**

Die Automated Imaging Association (AIA), die European Machine Vision Association (EMVA) und die Japan Industrial Imaging Association (JIIA) unterzeichneten am 3. November 2009 eine Vereinbarung zur Zusammenarbeit im Bereich der Entwicklung und Verbreitung von internationalen Bildverarbeitungsstandards. Bislang entwickelte jeder Verband eigenständig Standards, die auch weiterhin Bestand haben werden. In Zukunft wird die Notwendigkeit einer Standardisierungsinitiative zunächst gemeinsam diskutiert. Besteht Einigkeit darüber, dass eine neue Initiative sinnvoll ist, übernimmt ein Verband die leitende Rolle in der weiteren Entwicklung und alle Verbände verbreiten den Standard nach Fertigstellung aktiv als internationalen Standard.

„Diese Übereinkunft wird Anwendern und Anbietern von Bildverarbeitung gleichermaßen zu Gute kommen, da die Entwicklung von Standards beschleunigt wird, Überschneidungen vermieden werden und die Kenntnis neuer Standards erhöht wird“, sagte Jeff Burnstein, Präsident der AIA. „Diese neue Form der Zusammenarbeit in der Entwicklung von Bildverarbeitungsstandards wird eine entscheidende Rolle für die weitere Verbreitung der Bildverarbeitungstechnologie in allen Märkten spielen. Sie wird den globalen Informationsfluss schon in der Entwicklungsphase erhöhen und dazu beitragen, dass sich die Standards weltweit etablieren“, sagte Patrick Schwarzkopf, Generalsekretär der EMVA.

„Wir haben intensiv an diesem Kooperationsabkommen gearbeitet seit JIIA den Impuls zur weltweiten Zusammenarbeit für die Bildverarbeitungsindustrie gab. Wir freuen uns über die Unterzeichnung des Abkommens und auf die weitere Zusammenarbeit und gratulieren allen Beteiligten“, sagte Shigeo Oka, Vorsitzender der JIIA. Die Industrielle Bildverarbeitung, die weltweit einen jährlichen Umsatz von mehr als 5 Mrd. US-\$ erzielt, ist eine Schlüsseltechnologie für Anwender in der Automobilindustrie, der Elektronikfertigung, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie, Pharmazie, Sicherheitstechnik und vielen weiteren Branchen. Neue Märkte eröffnen sich in den Bereichen der bildgebenden Medizin, Energietechnik, Unterhaltung und weiteren nichtindustriellen Anwendungen. AIA, EMVA und JIIA sind davon überzeugt, dass Standards die künftige Verbreitung der Bildverarbeitungstechnologie unterstützen.

Die Vertreter der drei beteiligten Verbände verdeutlichten ebenfalls, dass sich in Zukunft weitere Bildverarbeitungsverbände, z.B. aus den Wachstumsregionen China und Indien, dem Kooperationsabkommen anschließen können.

[www.machinevisiononline.org](http://www.machinevisiononline.org)  
[www.emva.org](http://www.emva.org) · [www.jiia.org](http://www.jiia.org)

**Cor Maas ist der neue EMVA Vice President**

Am 1. Oktober 2009 hat der EMVA Vorstand Cor Maas (LMI Technologies BV) für die nächsten drei Jahre zum Vice President gewählt. Maas ist seit Mai 2008 Mitglied des Vorstandes und vorrangig für die EMVA Standards zuständig. Er ist Mitbegründer von LMI Technologies und Präsident des Bereichs Vision Components mit Hauptsitz in den Niederlanden. Als EMVA Vice President liegt sein Schwerpunkt auf der Weiterentwicklung und der Internationalisierung der EMVA Standards GenICam und 1288 sowie der Harmonisierung der weltweiten Standardisierungsinitiativen im Bereich Bildverarbeitung.

„Die Harmonisierung der weltweiten Bildverarbeitungsnormung zeigt die wirtschaftliche Bedeutung der Bildverarbeitung als Schlüsseltechnologie. Alle unsere Mitglieder werden in hohem Maße von ihr profitieren“, sagte Maas. [www.emva.org](http://www.emva.org)



**Neuer Vertriebspartner für Mikrotron in USA**

Boulder Imaging, Inc. und die Firma Mikrotron GmbH haben eine Vertriebsvereinbarung über Verkauf und Marketingaktivitäten sowie die Integration von Mikrotron Kameras in Boulder Imaging eigene Systeme geschlossen. Die Zusammenarbeit ermöglicht es beiden Firmen ihre Aktivitäten im US-amerikanischen Markt weiter auszudehnen. „Wir freuen uns ab sofort Mikrotron Kameras und Frame Grabber anbieten zu können“, sagt Michael Willis, Präsident und COO von Boulder Imaging. „Es ist die Philosophie eines ‚alles aus einer Hand‘ Konzeptes, die Mikrotron zum perfekten Partner für uns macht. Durch die Vereinbarung haben wir noch bessere Möglichkeiten Komplettlösungen für alle Bereiche der digitalen Bildverarbeitung anzubieten.“

Mikrotron setzt schon seit vielen Jahren auf die Zusammenarbeit mit starken, internationalen Partnern. Jürgen Zimmermann: „Mit der Unterzeichnung des Vertrages mit Boulder Imaging erweitern wir unser Vertriebspartnernetz um einen erfahrenen und erfolgreichen Partner in den USA. Mit fundiertem Wissen auf dem Gebiet der Bildverarbeitung wird Boulder Imaging sicherlich dazu beitragen unser Business im US-amerikanischen Markt zu erweitern.“

[www.mikrotron.de](http://www.mikrotron.de),  
[www.boulderimaging.com](http://www.boulderimaging.com)

**Viscom feiert Jubiläum**

Im Oktober 2009 feierte die Viscom AG Jubiläum. Seit 25 Jahren entwickelt und produziert das Unternehmen in Hannover Inspektionssysteme. Mit innovativen Prüflösungen wie dem AOI/AXI-Kombisystem X7056, der Waferinspektion oder der Bonddrahtkontrolle setzt Viscom Maßstäbe in der Qualitätssicherung. Vor 25 Jahren, im Oktober 1984, wurde Viscom als GbR für Industrielle Bildverarbeitung von Volker Pape und Dr. Martin Heuser gegründet. Damit gehörten sie zu den Pionieren dieser neuen Technologie. Aus der zwei-Personen-Gesellschaft ist mittlerweile ein erfolgreiches Hightech-Unternehmen geworden.



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



**Gute Aussichten für die Control 2010**

92% der Control-Teilnehmer 2009 sind bereits wieder angemeldet: Was sich im Laufe der vergangenen Monate als zarter Silberstreif am Horizont abzeichnete, ist mittlerweile Wirklichkeit geworden: die allermeisten Altaussteller und auch diverse Neuaussteller nehmen nun definitiv an der 24. Control, die vom 4. bis 7. Mai 2010 in der Landesmesse Stuttgart veranstaltet wird, teil. Parallel dazu konnten der private Messeveranstalter Paul E. Schall, und seine langjährige Projektleiterin der Control, Gitta Schlaak, die Verhandlungen mit den bewährten Partnern IPA-Fraunhofer Institut sowie Fraunhofer Allianz Vision erfolgreich abschließen, so dass die beiden nicht nur „ideellen“, sondern sehr aktiven Begleiter wieder mit an Bord sind. Damit ist u. a. sichergestellt, dass gerade auch im Bereich Bildverarbeitung im Rahmen der Sonderschau „Berührungslose Messtechnik“ wieder die neuesten Entwicklungen präsentiert werden.

[www.schall-messen.de](http://www.schall-messen.de)

ifm electronic



## Die dritte Dimension auf einen Blick.

Abstand, Füllstand oder Volumen optisch bewerten. Der neue 3D-Vision-Sensor.

**efector**<sup>®</sup>  
**pmd3d**



### **Einzigartig:**

Der erste industrielle 3D-Sensor, der auf einen Blick Objekte oder Szenen räumlich erfasst.

Die Auflösung von 64 x 48 Bildpunkten ergibt 3.072 Abstandswerte pro Messung für eine detaillierte Bewertung der Applikation.

### **Autark:**

Beleuchtung, Lichtlaufzeitmessung und Auswertung befinden sich in einem industrietauglichen Gehäuse. Ebenso Schalt- und Analogausgänge für die einfache Integration in die Steuerungsumgebung.

### **Einsatzfreudig:**

Ideal für unzählige Aufgaben in der Fördertechnik, Verpackungsindustrie und in Füllstandapplikationen. Leicht zu bedienen durch intuitiv verständliches Benutzer-Interface.

[www.ifm.com/de/pmd3d](http://www.ifm.com/de/pmd3d)

ifm electronic – close to you!

ifm-Service-Telefon 0800 16 16 16 4

# Gute Milch von glücklichen Kühen

## Time-of-Flight-Verfahren ermöglicht automatisches Melken

Die weltweite landwirtschaftliche Milchproduktion lag im Jahr 2007 bei 560,5 Millionen Tonnen, mit einem Anteil von rund 83,5% Kuhmilch. Die größten Milchproduzenten waren dabei die USA, Indien und China. In der Europäischen Union werden rund 150 Millionen Tonnen pro Jahr produziert; sie stellt den größten Markt für Milcherzeugnisse dar. Die Milcherzeugung ist eine Industrie, nicht verwunderlich also, dass auch hier Automatisierungstechnologien, insbesondere für das automatische Melken, gefragt sind.



Der Einsatz von Melkrobotern in der Milchproduktion nimmt aktuell stark zu. Die Vorteile des automatischen Melkens liegen nicht nur in der Zeitersparnis für den Landwirt, sondern auch in einer höheren Milchausbeute und höheren Qualität durch zufriedenerer Kühe. Weltweit gibt es nur einige wenige Unternehmen, die sich auf diese Systeme spezialisiert haben, handelt es sich hier doch um eine ausgesprochen herausfordernde Aufgabe für Bildverarbeitung und Robotik.

Eine der Schlüsselkomponenten in automatischen Melksystemen ist der 3D-Sensor, mit dem die Zitzenposition am Euter der Kuh ermittelt wird, sobald diese die Melkstation betritt. Die Positionsdaten, die der Sensor liefert, werden benutzt, um den Roboterarm mit den Melkbechern zu den Zitzen zu führen. Der gesamte Prozess der Zitzenfindung und Becherpositionierung muss robust, schnell und sicher sein, ohne die Kuh zu stören oder gar zu stressen.

### Herausforderung im Kuhstall

GEA Farm Technologies, ehemals GEA Westfalia-Surge, bietet weltweit führende Innovationen und Systemlösun-

Um in den extremen Umgebungsbedingungen eines Kuhstalls zu überleben, ist der Tracker 4000 in einem abgedichteten Gehäuse untergebracht



gen für die Milchwirtschaft an. Als die GEA sich entschied, eine neue Generation von automatischen Melksystemen zu entwickeln, hat sie für die Entwicklung des Robot Vision Sensors einen führenden Lösungsanbieter von 3D-Sensortechnologie gesucht. In LMI Technologies hat die GEA einen Partner gefunden mit besonderer Erfahrung darin, Sensorik in anspruchsvollen Applikationen unter extrem schwierigen Umgebungsbedingungen zu implementieren.

Eine der Herausforderungen des automatischen Melkprozesses ist die zuverlässige Positionierung des Melkgestells, um ein sicheres Anbringen der Melkbecher an die Zitzen der Kuh zu gewährleisten. Kühe sind sehr individuell, sie unterscheiden sich in Verhalten und Aussehen. Ein zuverlässiger Positionssensor muss in der Lage sein, mit deutlichen Variationen in Form und Farbe, mit Bewegungen des Tieres und anderen unkontrollierbaren Objekten im Sichtbereich des Sensors in einer von Schlamm, Heu und Wasser verschmutzten Umgebung umgehen zu können. Der Sensor muss aber auch Bereiche des 3D-Bildes ignorieren, die auf andere Objekte im Bildfeld zurück zu führen sind, wie beispielsweise die Beine der Kuh oder der schwingende Kuhschwanz.

Bisher für die Roboterführung eingesetzte Ultraschall- und Laser-Triangulations-Techniken weisen eine Reihe von

### Über LMI

LMI Technologies ist spezialisiert auf 3D-Sensoren für eine große Bandbreite von Messtechnik-, Prüf- und Führungsaufgaben. Die Sensorlösungen von LMI werden in der Holzverarbeitung, der Fahrbahn-Inspektion, der Levelkontrolle flüssigen Metalls, der Automobil-Montage, der Gummi- und Reifenherstellung und vielen anderen Applikationen eingesetzt. LMIs applikationsspezifische Sensorlösungen basieren auf 2D- und 3D-Technologien und kombinieren diese in vielen Fällen zu einem gemeinsamen Sensorpaket. Gegründet im Jahr 1976, hat LMI einen großen Teil des heutigen 3D-Sensormarktes mit entwickelt und hält heute über 100 Patente aus dem Bereich der 3D-Sensortechnologien.

Nachteilen auf, wie z.B. die Notwendigkeit beweglicher Teile und/oder von Laser-Sicherheits-Vorkehrungen.

### Einzigartige Time-of-Flight Datenerfassung

LMI Technologies ist weltweit einer der wenigen Anbieter mit der Expertise, erfolgreich 3D-Technologien in Applikationen wie der Roboterführung unter extrem schwierigen Umgebungsbedingungen zu implementieren. Beauftragt mit der Entwicklung einer besseren Lösung für die Führung von Melkrobotern, hat LMI festgestellt, dass die Nutzung innovativer Time-of-Flight 3D-Bilderzeugung eine starke Verbesserung gegenüber den bisherigen Laser-Triangulations-Techniken darstellt. Der auf der TOF-Technologie basierende Sensor, den LMI in Zusammenarbeit mit GEA Farm Technologies entwickelt hat, ist der Tracker 4000.

TOF Kameras haben ein zweidimensionales Pixelfeld, aus dem jedes Pixel Time-of-Flight- und Intensitätsinformationen zurück liefert. Die Time-of-Flight Informationen formen ein 3D-Bild (ähnlich einer topografischen Karte) einer Szene, wobei die Pixelwerte proportional zu der Entfernung zwischen dem Sensor und dem Messobjekt sind.

Die TOF-Bilderzeugung bietet viele einzigartige Vorteile bei der Führung eines Melkroboters. Das 3D-Bildfeld umfasst sowohl den ganzen Euter als auch das Melkgestell mit den Melkbechern. Die vom Sensor generierte 3D-Information wird analysiert, um die Position und Winkelstellung jeder einzelnen Zitze und jedes einzelnen Melkbechers zu ermitteln. Die Positionsinformation wird dann über Modbus und Ethernet an den Roboter-Controller übertragen. Die Verwendung von Standard-Protokollen vereinfacht hier den Integrationsaufwand für den Maschinenbauer.

Der Sensor arbeitet aktuell mit einer Bildrate von 8,3 Hz, an einer schnelleren Version wird gearbeitet. Während die Melkbecher zu den Zitzen geführt werden, werden alle Bewegungen der Kuh durch Mehrfachaufnahmen verfolgt.

Durch die Positionsermittlung von sowohl Zitzen als auch Melkbechern wird eine differentielle Führung ermöglicht, wobei der Führungsabstand bestimmt wird aus der Position der Zitze relativ zu der Position des Melkbechers. Das Ergebnis ist eine verbesserte Zuverlässigkeit.

**Die Vorteile des Melkroboters liegen nicht nur in der Zeitersparnis für den Landwirt, sondern auch in einer höheren Milchabgabe und höheren Qualität durch zufriedene Kühe**



**Durch seine kompakte Bauform und sein geringes Gewicht erlaubt der TOF-Sensor eine direkte Montage am Roboterarm**

keit bei der Führung sowie eine Vereinfachung der Kalibrierung des Sensors und des Roboters über das gesamte Bildfeld.

### 3D-Bilder ohne bewegliche Teile

Durch seine kompakte Bauform und sein geringes Gewicht erlaubt der TOF-Sensor eine direkte Montage am Roboterarm, so dass er durch den Roboter positioniert werden kann. Dadurch ist es möglich, den Blickwinkel zu verändern, um einen ungehinderten Blick auf alle Zitzen zu gewährleisten, insbesondere wenn Zitzen sich im ursprünglich gewählten Blickwinkel gegenseitig verdecken. Die kompakte Bauform wird ermöglicht durch den Einsatz von nur einer einzigen TOF-Kamera im Vergleich zu zwei Stereo-Kameras, die obendrein eine komplexe Bildverarbeitungssoftware benötigen, um ein 3D Bild zu erzeugen.

Das TOF-Prinzip erzeugt 3D-Bilder ohne den Einsatz von beweglichen Teilen und ohne Laserlinien oder -punkte. Bislang übliche Laser-Scanner sind durch die Notwendigkeit einer mechanischen Bewegung langsamer, komplexer und fehleranfälliger.

Die in den Tracker 4000 integrierte Infrarot-LED-Beleuchtung lenkt die Kühe im Melkstand nicht ab. Darüber hinaus eliminiert die LED-Beleuchtung die Notwendigkeit der sonst erforderlichen speziellen Laser-Sicherheits-Vorkehrungen und Dokumentationen.

Um in den extremen Umgebungsbedingungen eines Kuhstalls zu überleben, ist der Tracker 4000 in einem abgedichteten Gehäuse mit wasserdichtem Stecker un-



tergebracht. Der Montagebügel umschließt den Sensor von drei Seiten und schützt damit gegen Kuhtritte und Schmutz.

### Preisgekrönte Zitzenfindung

Der Tracker 4000 basiert auf LMIs erprobter FireSync-Plattform, ursprünglich entwickelt zur Vereinfachung der oft komplexen Aufgabe, die vielfältigen Bestandteile eines 3D-Sensorsystems zu integrieren und zu synchronisieren. FireSync ist eine synchronisierbare, skalierbare Bildverarbeitungsarchitektur für die Entwicklung von Hochleistungs-Sensor-Systemen. Echtzeit Bildverarbeitungs-Algorithmen im FireSync-Prozessor extrahieren die Position der Zitzen und Melkbecher im Bild. Andere störende Objekte, so wie die Beine der Kuh oder der schwingende Schweif, werden ignoriert. Das Endergebnis, Koordinaten der Zitzen und Melkbecher in einem definierten Koordinatensystem, werden über eine Ethernetschnittstelle an den Roboter-Controller gesendet. Die FireSync-Plattform wird in allen neuen Produkten aus dem Hause LMI eingesetzt.

LMIs Tracker 4000 Sensor ist ein technisch hochwertiges Gerät, das die Milchabgabe und die Produktivität sowie das Wohlbefinden der Tiere steigert und die Zuverlässigkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit beim Melkvorgang erhöht. Eine kurze Videodemonstration des Tracker 4000 Sensors im Einsatz, zeigt ein Video im INSPECT-Portal unter: <http://www.inspect-online.com/webcasts/time-flight-verfahren-ermoglicht-auto-matisches-melken>.

GEA Farm Technologies gewann auf der Fachmesse EuroTier im Jahr 2008 in Hannover die hochangesehene Silbermedaille „Neuheiten“ für ihr innovatives, auf dem LMI Tracker 4000 basierendes, Zitzenfindungssystem.

Diese Anwendung der TOF Technologie ist so einzigartig, dass LMI im Februar 2009 für die Nutzung von Time-of-Flight Sensoren im Herdenmanagement vom United States Patent and Trademark Office das US Patent 7,490,576 B2 erteilt bekam.

► **Autor**  
Dr. Walt Pastorius,  
Technical Marketing Advisor



► **Kontakt**  
LMI Technologies Inc., Delta, BC, Kanada  
Tel.: 001/604/636-1011  
Fax: 001/604/516-8368  
info@lmitechnologies.com  
www.lmitechnologies.com

# Erfolgreiche Partnerschaft

Interview mit Frank Grube, CEO Allied Vision Technologies, und Christof Zollitsch, CEO Stemmer Imaging

**INSPECT:** Herr Grube, die Integration des kanadischen Kameraherstellers Prosilica, den die AVT Mitte 2008 übernommen hat, scheint jetzt abgeschlossen: Prosilica hat umfirmiert, die Kameras haben die Farbe gewechselt und der Vertrieb in Deutschland, UK, Frankreich und der Schweiz erfolgt seit dem 1. November über Ihren langjährigen Partner Stemmer Imaging. Ist aus AVT und Prosilica jetzt tatsächlich ein Unternehmen geworden?

**F. Grube:** Ja – Prosilica ist nun vollständig in die AVT-Gruppe eingegliedert. Im Zuge dieser Integration ist es deshalb nur konsequent, nicht nur das Produktprogramm zusammenzuführen, sondern auch den Zusammenschluss der Organisationen von Prosilica und AVT voranzutreiben. Die Prosilica Inc. mit Sitz in Burnaby (Vancouver, Canada) wird umfirmiert und als Allied Vision Technologies Canada Teil der AVT Unternehmensgruppe. Mit der AVT Canada werden wir damit einen weiteren Standort von AVT in Nordamerika erhalten. Der Schwerpunkt der AVT Canada wird auf einer eigenständigen Entwicklung und Fertigung innerhalb der AVT Gruppe liegen.

**Herr Zollitsch,** der Bereich der GigE-Kameras war ja bislang in Ihrem Produkt-Portfolio bereits gut besetzt. Was reizt Sie an den Prosilica-Kameras und wie grenzen sich diese zu Ihren bisherigen Produkten in diesem Bereich ab?

**C. Zollitsch:** Ab 1. November 2009 hat Stemmer Imaging die Distribution aller GigE Vision-Kamera-Produkte von AVT übernommen. Mit diesem Schritt fokussiert die Firma AVT die Distribution der erfolgreichen Firewire- und GigE-Modelle auf uns als starken Partner. Für den Kunden ist damit sichergestellt, dass er für seine individuelle Aufgabe die beste Beratung und das optimale Produkt aus einer unabhängigen Hand erhält. Sicherlich haben wir mit Automation Technology, Dalsa, JAI und Mikro-

tron bereits weitere namhafte Partner in unserem Produktportfolio. Diese Lieferanten haben sich aber mit ihrem jeweiligen Entwicklungsschwerpunkt strategisch unterschiedlich am Bildverarbeitungs-Markt positioniert. Bei eventuellen Produktüberlappungen muss natürlich die Anwendung genau hinterfragt werden, um somit das optimal geeignete Produkt auszuwählen. Mit der Ergänzung um das Prosilica- und AVT-GigE-Portfolio verfügen wir nun über eine einmalige Auswahl an Kameras dieser Technologie. Unsere Kunden können



sich auf dieser Basis auch weiterhin auf unsere unabhängige Technologieberatung verlassen.

**Herr Grube,** eine Reihe von Kamera-Herstellern fahren die Strategie des Direktvertriebs ihrer Produkte in den wichtigen Märkten, wozu man den deutschsprachigen Raum mit Sicherheit zählen darf. Sie haben sich jetzt mit dem Transfer der Prosilica-Produkte erneut für den Vertrieb über einen Partner entschieden. Was ist der Grund dafür?

**F. Grube:** AVT und Stemmer Imaging sind vielleicht der beste Beweis dafür, dass sich ein direkter und indirekter Vertrieb auch kongenial ergänzen können. Ein in der Bildverarbeitung so kompetenter Partner wie Stemmer Imaging bedient jedoch überwiegend Kundenstrukturen und -bedürfnisse, wozu ein reiner Komponentenhersteller nur bedingt in der Lage wäre, weil er über ganz andere Kernkompetenzen verfügt. Alle unsere Partner, mit denen AVT welt-

weit kooperiert, besitzen ein außerordentliches Bildverarbeitungs-Know-how, das von vielen Kunden gesucht wird. Dieser Service bedingt auch eine örtliche Nähe und Verfügbarkeit – das kann ein Hersteller aus eigener Kraft kaum erfüllen. AVT ist sehr schnell zu einem der größten Kamerahersteller weltweit aufgestiegen – die von AVT verfolgte Vertriebsstrategie war sicherlich ein Schlüssel hierfür.

**Herr Zollitsch,** Stemmer Imaging zählt seit Jahren bereits zu den umsatzstärksten Vertriebskanälen der AVT. Was ist Ihr Erfolgsrezept?

**C. Zollitsch:** Sicherlich sind mehrere Gründe zu nennen, die hierbei eine Rolle spielen und die nicht nur in Bezug auf die Kooperation mit AVT gelten. In erster Linie entscheidend sind jedoch unsere Mitarbeiter, die mit Herz, aber auch viel Sachverstand akzeptierte Partner unserer Kunden sind. Ein Teil des Erfolgs liegt in unserem Anspruch, den Kunden

von der Beleuchtung und der Optik über die Kamera, die Kabel mit der richtigen Schnittstelle zum verarbeitenden System bis hin zur applikationsnahen Software-Lösung übergreifend optimal zu bedienen. Dafür stehen wir, und diese Verantwortlichkeit nehmen wir auch wahr. Gepaart mit der Kernkompetenz Software-Entwicklung und der Kleinserienfertigung von Kabeln und Bildverarbeitungs-Rechnern in Verbindung mit kompetenter Beratung und kurzen Antwortzeiten sind wir für unsere Kunden der richtige Partner, der ihnen die schnelle Reaktionsfähigkeit garantiert, die heute zum Bestehen am Weltmarkt notwendig ist.

**Wir bedanken uns bei Ihnen beiden für das Interview hier auf der Vision 2009 in Stuttgart und wünschen Ihnen auch weiterhin viel Erfolg.**

**OLYMPUS**

Your Vision, Our Future

## ERKUNDEN SIE DIE LETZTEN WEISSEN FLECKEN DER NANOWELT.

Dorthin vordringen, wo noch niemand war: Mit der Olympus Dual Pinhole Technologie des neuen LEXT OLS4000 bezwingen Sie jetzt Flankensteilheiten von bis zu 85° – und entdecken so vollkommen neue Dimensionen im Bereich der optischen Messtechnik. Von hoch reflektierend bis hoch absorbierend – mit dem neuen LEXT präsentiert sich die Darstellung unterschiedlichster Materialkontraste in einem neuen Licht. Was immer Ihr Ziel ist: Mit überragender Auflösung und absoluter Messgenauigkeit ebnet Ihnen das neue LEXT den Weg zu den letzten weißen Flecken der Nanowelt. Wann starten Sie Ihre erste Expedition?

PIONEERS WANTED: [WWW.MICROSCOPY.OLYMPUS.EU/METROLOGY](http://WWW.MICROSCOPY.OLYMPUS.EU/METROLOGY)



# Eine Dosis Vision

## Optimistische Stimmung auf der 22. Fachmesse Vision in Stuttgart

Die 22. Vision ist zu Ende gegangen. Die drei Messe-Tage waren gespickt mit Produktvorstellungen, Präsentationen an den Messeständen, Vorträgen und Diskussionen im Forum, Sonderschauen und Highlights aus den Unternehmen. Die Messe hat bei Besuchern und Ausstellern Eindruck gemacht. Lesen Sie mehr über die Stimmung vor Ort, die Highlights im Rahmenprogramm und vor allem die Neuigkeiten, die in den drei Tagen Vision präsentiert wurden.



### Vision 2009 in Zahlen

Kurz nach Redaktionsschluss vermeldete die Messe Stuttgart noch vorläufige Zahlen zur Vision 2009. So sollen an den drei Tagen, vom 3. bis 5. November, insgesamt 5.900 Besucher die Messe besucht haben. Deutlich zugelegt habe der Auslands-Besucheranteil von 28% im Vorjahr auf nun 33%. Gestiegen sei auch die Anzahl der Besucher, die direkten Einfluss auf Investitions- und Kaufentscheidungen in ihren Unternehmen haben, von 76% zum Vorjahr auf 86% in diesem Jahr. Die Fachbesucher kamen mit klaren Projektanfragen und konkreten Vorstellungen zur Messe. 60% der Besucher planen Neu-Investitionen, das sind 7% mehr als noch im Jahr 2008.

Die Vision, Fachmesse für industrielle Bildverarbeitung und Identifikationstechnologien, hat auch in ihrem 22. Jahr gezeigt, dass sie zu Recht als Leitmesse der Branche gilt. Das belegen die Zahlen, die Thomas Walter, Leiter des Bereichs Industrie & Technologie der Messe Stuttgart, auf der Eröffnungs-Pressekonferenz präsentierte: mit 292 Ausstellern konnte das Vorjahres-Niveau exakt gehalten werden. Lediglich die Ausstellungsfläche schrumpfte um etwa 1.000 m<sup>2</sup>. In Zeiten starker Umsatzeinbrüche, auch bei den Unternehmen der industriellen Bildverarbeitung, ist das ein mehr als respektables Ergebnis.

### Zukunftsprognosen

Dr. Olaf Munkelt, seit dem 9. Oktober 2009 Vorstandsvorsitzender der Fachabteilung **Industrielle Bildverarbeitung im VDMA**, zitierte die Prognosen des Internationalen Währungsfonds (IWF). Demnach soll die Weltwirtschaft 2010 wieder spürbar wachsen. Nach aktuellen Daten des Ifo-

Instituts stiege das Weltkonjunkturklima derzeit deutlich an, was laut Munkelt auf eine bevorstehende Erholung der Auftragseingänge in der Investitionsgüterindustrie hinweist. Diese positiven Aussichten werden auch von der aktuellen VDMA Blitzumfrage bestätigt. Munkelt erklärte: „Mehr als 70% der befragten Bildverarbeitungs-Unternehmen gehen für 2010

▶  
Jochem Herrmann (Mitte) nimmt den 17. Vision Award stellvertretend für das Konsortium CoaXPress in Empfang





Vertreter der Bildverarbeitungsverbände AIA, EMVA und JIIA freuen sich über den Abschluss der Kooperations-Vereinbarung im Bereich der Standardisierung

wieder von steigenden Umsätzen aus; 20% sogar von deutlichen Zuwächsen von mehr als 10%. Auch die Beschäftigten-Zahl wird voraussichtlich leicht steigen.“ Munkelt warnte aber auch, dass über diese optimistischen Prognosen nicht vergessen werden sollte, dass es Jahre dauern kann, bis das Rekord-Niveau des Jahres 2008 wieder erreicht werde.

### Wachstumsbooster Standardisierung

Der VDMA sieht in der Standardisierung die Grundlage für das weitere große Wachstumspotential der Bildverarbeitung. Denn Standards vereinfachen den Einsatz der BV-Technologie und ermöglichen dadurch weitere Applikationen und erschließen neue Anwenderkreise. Um globalen Standards den Weg zu ebnen, haben die drei großen Verbände Automated Imaging Association (AIA), European Machine Vision Association (EMVA) und Japan Industrial Imaging Association (JIIA) am ersten Messe-Tag der Vision einen Kooperations-Vertrag über die gemeinsame Entwicklung und Förderung neuer Standards für die Bildverarbeitung geschlossen. „Diese neue Form der Zusammenarbeit in der Entwicklung von Bildverarbeitungsstandards wird den globalen Informationsfluss schon in der Entwicklungsphase erhöhen und dazu beitragen, dass sich die Standards weltweit etablieren“, erklärt Patrick Schwarzkopf, Generalsekretär der EMVA.

### And the winner is...

Ein Highlight der Messe war auch dieses Jahr wieder die Verleihung des Vision



Awards. Den mit 5.000 € dotierten Preis gewann das Unternehmens-Konsortium CoaXPress, hinter dem u.a. die niederländische Firma Adimec Advanced Image Systems steht. Jochem Herrmann, CTO von Adimec, stellte die Neuheit vor und nahm stellvertretend für das Konsortium den Preis in Empfang.

CoaXPress strebt an, einen neuen Standard für Hochleistungs-Kameraschnittstellen zu spezifizieren. Damit sollen Versorgung, Video- und Steuerungsdaten mit hoher Geschwindigkeit

über herkömmliche Koaxial-Kabel übertragen werden. Die Verknüpfung des einfachen Koaxial-Kabels mit der neuesten Technologie für die schnelle Übertragung serieller Daten befand die Jury als preiswürdig. In der Vollkonfiguration sollen damit 6,25 Gbit pro Sekunde übertragen werden können und Entfernungen von bis zu 100 m möglich sein. Der japanische Verband JIIA hat bereits seine Unterstützung für die CoaXPress-Spezifikation zugesagt.

### Sport und Vergnügen

Laut VDMA liegen zukünftige Wachstums-Potentiale für die Bildverarbeitung auch in der Erschließung neuer Anwendungsfelder außerhalb der Produktion, wie z.B. in der Sicherheitstechnik, der Landwirtschaft, der Medizintechnik und dem Multimedia-Bereich. Dies bestätigten auch die Aussteller in zahlreichen Gesprächen: weitere Standbeine konnten die Krise abfedern. Einige Unternehmen haben den Profi-Sport als neues Markt-Segment entdeckt. So berichtet Roald van der Vliet, Manager des InnosportNL, von einer großen Nachfrage bei Schwimmern, ihre Bewegungen auch unter Wasser aufzunehmen und anschließend zu analysieren. Dazu hat er das Schwimmbecken mit 16 GigE-Kameras von Basler ausgerüstet und eine Software von Norpixon für die Bewegungsanalyse verwendet. Cypress hingegen verkauft mittlerweile seine Sensoren auch an System-Hersteller, die eine Bewegungs-Analyse von Golf-Spielern vornehmen. Sportler nutzen dieses Tool, um ihren Abschlag zu verbessern.

Stellen Sie sich eine Tischoberfläche vor, auf der Sie beliebig digitale Inhalte aufrufen, vergrößern, verkleinern und hin- und herschieben können – allein oder gemeinsam mit anderen. Wenn Sie codierte Gegenstände auf den Tisch legen, erscheinen dazugehörige Informationen, Präsentationen oder Filmsequenzen. Diese futuristische interaktive Benutzerschnittstelle wurde von zwei Unternehmen auf der Vision präsentiert. Der XDesk von impress verwendet für das Gesten-Tracking in Echtzeit die Kameras von VRmagic. Im atracTable von atracsy nutzen Mustererkennung und Tracking die IR-Empfindlichkeit der Sony-Kameras (<http://www.inspect-online.com/webcasts/vision-technologie-ermoeglicht-futuristische-benutzerfuehrung>).

### Bildqualität im Blick

Neue Geschäftsfelder erobern, das planen auch die **Josef Schneider Optische Werke**. Auf der Vision 2009 startete das Unternehmen eine Studie, inwieweit Kunden Interesse an kundenspezifischen Beleuchtungs-Systemen haben. Abhängig von der Resonanz wird Schneider künftig Beleuchtungs-Lösungen in ihr Portfolio

aufnehmen. Der Vorteil ist, dass die Linsen und die Beleuchtung als ein System konzipiert und aufeinander abgestimmt werden können. Damit sind die besten Voraussetzungen für eine gute Bildqualität gegeben.

Das Ziel, Bilder in immer hochauflösender und besserer Qualität zu liefern, verfolgt auch der Objektiv-Hersteller **Kowa**. Das Unternehmen präsentierte eine 10-Megapixel-Serie. Auch **Sill Optics** erweitert sein Produktspektrum und bietet jetzt ein Thermographie-Objektiv mit 50 mm Brennweite und einer Blendenzahl von 1,5 an. Es arbeitet farbkorrigiert in einem Wellenlängenbereich im fernen Infrarot von 8 bis 14 µm.

### Beleuchtungen in allen Varianten

**Vision & Control** ergänzen ihr Komponenten-System um eine neue Generation von koaxial eingespiegelten Beleuchtungen.



Dabei leuchtet das Prüfobjekt homogen aus ohne Schatten zu erzeugen und ist damit für die Überprü-

fung von reflektierenden und spiegelnden Oberflächen gut geeignet.

CCS zeigte auf der Vision erstmals eine LED, die Licht produziert, das dem Tageslicht ähnlich ist. Der Farbwiedergabe-Index liegt bei CRI=98, im Vergleich dazu liegt das Tageslicht bei einem Wert von 100. Bei herkömmlichen LEDs oder Halogen-Beleuchtung tritt immer eine Farbverfälschung auf, gerade bei Qualitätskontrollen, die noch manuell durchgeführt werden, ist es jedoch wichtig, natürliches Licht zu haben, so das Unternehmen.

### Rund um den Standard GigE

Der Standard GigE Vision und die Produkte rund um diesen Standard waren erneut ein dominantes Thema der Messe.



So stellte das französische Unternehmen **e2v** zwei neue Kameras mit Gigabit-Ethernet-Schnittstellen vor: die kostengünstigere Zeilenkamera DiViNA LM 1 und das komplett ausgestattete Modell AViVa 2 EM1. Letztere ist eine der ersten 4k-Pi-

So stellte das französische Unternehmen **e2v** zwei neue Kameras mit Gigabit-Ethernet-Schnittstellen vor:

**FUJINON**  
FUJIFILM



## Keine Unschärfen. Keine Kompromisse.

Fujinon Machine Vision Objektive  
mit hochauflösenden 5 Megapixeln.

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

Medical TV CCTV **Machine Vision** Binoculars

Erleben Sie industrielle Bildverarbeitung ohne Wenn und Aber. Die 5 Megapixel Objektive von Fujinon vereinen eine hohe Auflösung mit Festbrennweiten von 12,5 mm bis zu 75 mm bei minimaler Bildverzerrung (nur 0,3% bis 0,02%). Das Ergebnis sind gestochen scharfe

Bilder mit maximaler Detaillierung dank 130 lp/mm bei 2/3" Format. Für mehr Zuverlässigkeit und Genauigkeit. Jedes Objektiv lässt sich durch das kompakte Design einfach in Ihr System integrieren und ist zugleich äußerst robust gebaut. Fujinon. Mehr sehen. Mehr wissen.

xel-Zeilenkameras, die mit einer GigE-Schnittstelle ausgerüstet ist. Ihre Zeilenrate liegt bei 28 kHz. Die EM1 bietet einen Dynamikbereich von 68 dB, eine Empfindlichkeit bei minimaler Verstärkung von 164 DN/(nJ/cm<sup>2</sup>) und eine PRNU (Pixel Response Non Uniformity), die unter 3% liegt. Diese Spezifikationen stellen laut Distributionspartner **Rauscher** optimale Leistung bei kurzen Integrationszeiten oder nicht optimaler Beleuchtung sicher.

Über eine GigE-Schnittstelle neben dem CameraLink Interface verfügen auch die neuen 3CCD Farbkameras der AT-Familie von **JAI**. Die 3\*1,4 Megapixel und die 3\*2 Megapixel-Kameras bauen auf der Erfahrung auf, die JAI im Bereich der Prismentechnologie hat und stellen ein größeres Sensorformat und eine höhere Auflösung zur Verfügung als alle bisher verfügbaren 3-Chip RGB-Modelle, so der Hersteller.

**Imago Technologies** präsentierte die für GigE Kameras optimierte VisionBox AGE. Der DSP-basierte Rechner verfügt über eine skalierbare Rechenleistung zwischen 8.000 und 18.200 MIPS (Mega instructions per second) in Form von einem oder zwei integrierten Rechnern und eigenen Netzwerk-Rechnern für Gigabit Ethernet.

Damit steht die volle CPU-Leistung für die Bildverarbeitung zur Verfügung. Der Geschäftsführer Carsten Strampe berichtet, dass auf der Messe die Nachfrage nach freier C++ Programmierung groß war, denn viele Anwender möchten ihre Applikation im Quellcode im Griff haben.

Von **Dalsa** ist jetzt eine GigE Vision-kompatible Version der erfolgreichen Spyder3 Color-Kamera erhältlich. Diese Farbzeilenkamera beruht auf dem erfolgreichen Monochrom-Doppelzeilen-abtastmodell der Spyder3. „Die neue Spyder3 Color GigE-Kamera mit dem innovativen Doppelzeilen-Design von Dalsa bietet ausgezeichnete Farbbilder mit minimalem Bildrauschen, Flexibilität sowie ein hervorragendes Preis-Leistungsverhältnis“, erklärte Xing-Fei He, Senior Product Manager bei Dalsa. „Darüber hinaus ermöglicht die GigE Vision-kompatible Schnittstelle eine leichte Integration mit anderen Komponenten, eine größere Kabellänge von der Kamera zum PC sowie Kosteneinsparungen bei

den Bildverarbeitungssystemen unserer Kunden.“

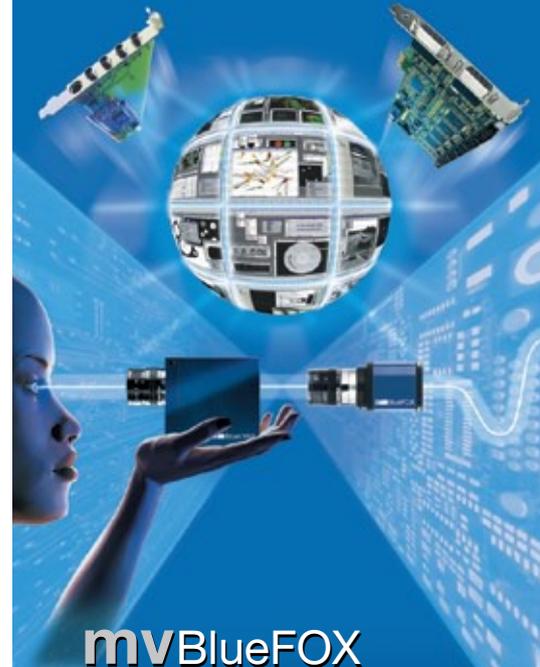
**Baumer** bietet neben innovativen Kameras auch die notwendigen Netzwerkkomponenten für eine GigE Vision konforme Komplettlösung an und realisiert damit die erste reale Einkabellösung für GigE. Zusätzlich zu Multiport Switchen und PoE Injektoren, mit denen sich Standard- wie auch PoE-Kameras einfach in das Netzwerk integrieren lassen, hat der Anwender mit dem neuen Trigger Device erstmalig die Möglichkeit, einfache Prozesse über das Netzwerk zu steuern. Unter Verwendung aller Komponenten können dadurch nicht nur die Betriebsspannung und die Daten über das Netzkabel transportiert, sondern die Kameras zusätzlich in Echtzeit getriggert werden.

**Components Express** zeigte erstmals das Gerät Bit Maxx, ein Gigabit PoE+ Splitter. Dieses handliche Gerät erlaubt dem Anwender in einer Power over Ethernet-Umgebung Kameras zu verwenden, die nicht über einen PoE-Anschluss verfügen. Spannung und Daten werden vom Switch zum Splitter mit einem einzigen Kabel übertragen. Vom Splitter wird die Kamera mit einem Kabel mit Spannung versorgt und mit einer I/O-Steckverbindung werden die Daten geliefert. Der Splitter kann direkt an die gängigsten GigE Vision-Kameras angeschlossen werden. Die Vorteile liegen laut Unternehmen klar auf der Hand: in der Kamera-Umgebung selbst wird kein Spannungs-Anschluss benötigt und das Kabel-Management wird handhabbar.

Aber nicht nur GigE Vision-Produkte machen von sich reden: Mit 5 Gbit/Sek. ist USB 3.0 eine echte Alternative zu den aktuell verwendeten Kamera-Schnittstellen. **Point Grey** zeigte hierzu den Prototyp der Grasshopper Express mit dem neuen 3 Megapixel Sony IMX036 CMOS Bildsensor. Die neue Schnittstelle verspricht einen Quantensprung hinsichtlich Übertragungsgeschwindigkeit und Zuverlässigkeit bei geringen Kosten und leichter Integrierbarkeit. Der neue Grasshopper ist eine innovative Ergänzung des Kameraportfolios des kanadischen Herstellers, der in seinem Programm bereits schon FireWire, CameraLink und GigE Vision kompatible Produkte anbietet.

### Klein, leistungsfähig und intelligent

Viel Leistung auf kleinstem Raum: Das präsentierte **Matrix Vision** mit ihrer neuen Serie intelligenter Kameras. In ihnen sind leistungsfähige Prozessoren, neueste Bildsensoren und ein integrierter



**mvBlueFOX**

Industrielle USB 2.0 Kameras



www.matrix-vision.com/mvBlueFOX

**Kompakte CCD & CMOS Industriekameras für jeden PC mit USB-Anschluss**

- ▶ präzise justierte Sensoren
- ▶ einfache Prozessanbindung über Digital-I/Os
- ▶ Hardware Real-Time Controller (HRTC) für zeitkritische I/O- und Erfassungssteuerung
- ▶ integrierte Bayer-Farbumwandlung und Bildvorverarbeitung
- ▶ Windows- und Linux-Unterstützung
- ▶ kostenlose Bildverarbeitungs-bibliothek mvIMPACT Base
- ▶ umfangreiche Software-Unterstützung durch mvIMPACT und viele andere Standard-Pakete
- ▶ auch als OEM- und Modul-Variante verfügbar

**MATRIX VISION GmbH**  
 Talstrasse 16 · DE-71570 Oppenweiler  
 Telefon: +49-7191-94 32-0  
 Fax: +49-7191-94 32-88  
 info@matrix-vision.de  
 www.matrix-vision.de

# Unikate

Hardware-Beschleuniger (H.264) verbaut. Mit der myBlueLynx-X-Familie ergeben sich für OEMs und Systemintegratoren neue Möglichkeiten in Applikationen der Bildverarbeitung, der Überwachungstechnik und für medizinische und Life Science Anwendungen. Für die Entwicklung gibt es ein .NET kompatibles Mono-Interface. Dieses ermöglicht, plattformübergreifend .NET basierte Applikationen zu entwickeln und diese dann auf dem mvBlueLynx-X ohne Cross-Compiling zu verwenden.

Auch **Vision Components** stellte auf der Messe seine neuen Smart-Kameras vor, die eigens für Applikationen mit geringem Installationsplatz entwickelt wurden: die intelligenten Platinen-Kamera VCSBC4012 nano und die Gehäuse-Kamera VC4012 nano. Mit einem Platinen-Maß von lediglich 40 x 65 mm bzw. einem Gehäusemaß von 80 x 45 x 20 mm gehören diese Smart Kameras zu den kleinsten im Markt erhältlichen Bildverarbeitungssystemen.

Diese Miniaturisierung konnte Vision Components durch eine beidseitige Bestückung der Platine erreichen. Dank der CMOS-Technologie eignen sich die kleinen Kameras für den Einsatz in Hochgeschwindigkeits-Applikationen. Mit einem 400 MHz-Prozessor und einer Rechenleistung von 3.200 MIPS sind beide Kameras leistungsfähig und einfach zu integrierende Bildverarbeitungs-Systeme und machen einen externen PC überflüssig.

In die Hersteller kleinster Kameras reiht sich auch **Hitachi** mit ein: Das Unternehmen erweiterte seine Mini-CameraLink-Serie um



16 weitere Modelle. Diese Kameras verfügen über eine RAW-Daten-Ausgabe. Die Serie KP-FRxxxSCL umfasst insgesamt 38 Kameras mit VGA bis 5 Megapixel Auflösung. Sie zeichnen sich neben ihrer geringen Baugröße durch einfachste Handhabung aus. Alle Typen sind als PoCI (Power over CameraLink) erhältlich. Als Einsatzgebiet eignen sich speziell die Bereiche der industriellen Bildverarbeitung, bei denen es auf einen schnellen Datentransfer zwischen Kamera und Rechner ankommt.



Dass ein größerer Funktionsumfang in einer Kamera nicht zwangsläufig mit einem größeren Gehäuse einhergehen muss, zeigte auch das neue Modell USB uEye XS von **IDS Imaging Development Systems**. Die USB 2.0-Kamera ist vollgepackt mit „smarten“ Features wie z.B. Gesichtserkennung und Bildstabilisation und misst dabei weniger als einen Kubikzoll. In dem nur 22 x 24 x 24 mm kleinen Gehäuse steckt ein 8 Megapixel-Sensor samt Autofokus-Optik und DSP-Chip. Dieser bietet eine breite Palette an Funktionen, wie sie zum Teil nur im Consumer-Bereich bekannt sind. Mit der USB uEye XS stehen diese Leistungsmerkmale zum ersten Mal auch in einer professionellen USB-Industriekamera zur Verfügung und können über das mitgelieferte SDK einfach in die eigenen Anwendungen eingebunden werden.



Die ace mit einem Footprint von nur 29\*29 mm ist die neueste Entwicklung in **Baslers** breitem Produktportfolio und profitiert von der bereits fünfjährigen Erfahrung mit GigE-Kameratechnologie. Basler ace Kameras erfüllen die Kostenanforderungen von Analogkamera-Nutzern und bieten gleichzeitig alle technischen Vorteile einer Digitalkamera. Dank der kleinen Baugröße können sie problemlos Analogkameras, USB-Kameras und IEEE 1394a- und -b-Kameras, die auf dem gleichen Footprint basieren, ersetzen. Um Austausch und Integration besonders einfach zu machen und kostengünstig zu halten, ist die Basler ace mit Power-over-Ethernet-Funktionalität erhältlich.

## Vertriebskanäle erweitert



Der kurz vor der Messe abgeschlossene Distributionsvertrag ermöglichte es **Stemmer Imaging**, bereits zur Vision mit Prosilica-GigE-Kameras anzureisen. **Allied Vision Technologies** übernahm Mitte 2008 das kanadische Unternehmen **Prosilica** und verfügt seitdem neben den bewährten FireWire-Modellen auch über ein ansehnliches Produktangebot an GigE-Kameras. Diese sind nun seit dem 1. November für alle Stemmer Imaging-Kunden zugänglich.

Auch **MaxxVision** wartete mit Neuigkeiten auf: Das Unternehmen vertreibt ab sofort die neuen GigE-Vision-Kameras aus dem Hause **Sony**. Diese sind mit Auflösungen von bis zu 5 Megapixeln und Frame-Raten bis zu 90 fps verfügbar. Die Besonderheit dieser Kameras ist ein sog. Packet-Ressend-Mechanismus, der den Verlust von Bilddaten bei der Datenübertragung verhindert. Die Kamera ist schock- und vibrationsresistent, sie verkraft

Optimiert für Kunden-Serien.

Kappa opto-electronics GmbH  
Germany | info@kappa.de | www.kappa.de

realize visions .



tet das 70-fache der Erdbeschleunigung und eignet sich daher gut für den Einsatz im rauen Industrieumfeld. Eine neue Produktgruppe bei Maxx-Vision bilden die Accelerator-Boards von Gidel. Die rekonfigurierbaren Hochleistungsboards mit bis zu vier Stratix III FPGAs von Altera stellen eine gute Alternative dar, wenn große Datenmengen parallel verarbeitet werden müssen. Aus der Sensor-Sparte des Unternehmens wurden fertig vorkalibrierte, vorprogrammierte Plug-and-Play 3D-Vision-Sensoren präsentiert. Basierend auf dem Prinzip der Lasertriangulation werden mit den FireSync-Kameras von LMI Technologies höchste Messgenauigkeit und Scanraten auch bei ungünstigen Beleuchtungs- und Oberflächeneigenschaften gewährleistet.

### Neuheiten bei der Bildanalyse

Mit der Einführung von Windows 7 ändern sich auch die Anforderungen an die Bildverarbeitungs-Software. Matrox Imaging reagierte und kündigte auf der Vision das Processing Pack 2 für die Matrox Imaging Library an. Diese Windows 7 compatible Version ist zudem um die Funktion der Kleberauppen-Untersuchung und um eine verbesserte 3D-Laser-Entfernungsmessung erweitert. Die technische Einrichtung des Kameralasers wurde dazu vereinfacht, der Laser muss nicht mehr absolut senkrecht zur gescannten Oberfläche ausgerichtet werden.

Bestens vorbereitet für Windows 7 ist auch Neuro-Check mit seiner neuen Version 6.0. Die neueste Version der bekannten Anwendungssoftware verwendet das mo-

derne .NET Framework von Microsoft und enthält eine Vielzahl neuer Features. „Insgesamt wurden mehr als 2.000 Verbesserungsvorschläge unserer Kunden und Geschäftspartner erfasst, systematisiert und in der neuen Softwareversion umgesetzt“, so Geschäftsführer Christian Demant.

MVTecs Abteilung Forschung & Entwicklung hat das Softwarepaket Halcon sorgfältig und erfolgreich auf der neuen Plattform Windows 7 getestet. „Wir sind daher sicher, dass die aktuelle Halcon-Version 9.0.1 reibungslos auf Windows 7 läuft“, sagt Christoph Zierl, Produktmanager bei MVTEC.

Eine Schlüsselfunktion der Scorpion Vision Software von Tordivel ist die Fähigkeit 3D-Bilder zu erzeugen und zu verarbeiten. Scorpion bietet Werkzeuge, um Objekte in 3D-Bildern zu lokalisieren, geometrische Operationen in 3D-Bildern durchzuführen und arbeitet in einem echten 3D-Referenzsystem. Dabei kombiniert Scorpion 2D und 3D-Technologien miteinander.

Die Kombination aus schneller 3D-Laser-Triangulation und bewährter 2D-Bildverarbeitung gab es auch am Stand von Smart Ray zu sehen, die ihren Laserscanner mit Hard- und Software von Eye Vision Technologies kombiniert hatten.

Eine interessante Applikation für die 3D-Messtechnik ist aus der Zusammenarbeit von Aqsense und ImagingLab entstanden: der 360°-Scanner zur Schnittoptimierung von unregelmäßig geformten Körpern wie Schinken, Käse oder Wurst basiert auf der 3D-Library SAL3D integriert in National Instruments LabView und setzt insgesamt drei Photonfocus-Kameras ein.

### Embedded Vision System: schnellere Kontrolle

National Instruments präsentierte sein neues Embedded Vision System. Es bietet

Fertigungs-Ingenieuren und Systemintegratoren die Möglichkeit, schnelle Echtzeit-Systeme für Anwendungen wie z.B. Sortieren von Produkten, Verifizieren von Objekten und Prüfen von Verpackungen zu erstellen. Beim NI EVS-1464RT-System handelt es sich um einen Multicore-Controller, der die Erfassung und Verarbeitung von Bildern mehrerer IEEE-1394- und GigE-Vision-Kameras ermög-



licht. „In unseren Industrieprüfmaschinen verwenden wir vorzugsweise Embedded-Geräte mit Echtzeitbetriebssystemen, da sie zuverlässig sind und die Inbetriebnahme keine Unterstützung seitens der IT-Abteilung erfordert“, erklärt Ivan Meissner, Hauptgeschäftsführer von Qualimatest Technologies.

Auch Phytec Messtechnik zeigte Embedded-Lösungen. Der Embedded-Video Idee des Unternehmens liegt die Anforderung an Systeme zugrunde, neben dem Bildeinzug auch weitere elektronische Komponenten zu integrieren. Dazu gehören beispielsweise Motorsteuern, GPS-Empfänger oder Audio I/O.

Natürlich gab es auf der 22. Vision in Stuttgart noch vieles mehr an Neuigkeiten zu entdecken. Darüber werden Sie aktuell in unserem Portal [www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com) und in den nächsten Ausgaben der INSPECT in Form von Fachbeiträgen lesen. Waren Sie dieses Jahr nicht dabei, notieren Sie sich doch schon mal den Termin für nächstes Jahr: 9.–11. November 2010.

► **Autorin**  
Stephanie Nickl  
stephanie.nickl@wiley.com  
[www.inspect-online.com](http://www.inspect-online.com)

... in  
Serie

**GIG E**<sup>®</sup>  
VISION  
**Zelos-**  
Serie



**Zelos-02150**  
Robuste 2/3"  
High Definition CCD Camera  
mit GigE Vision, 14 Bit, 1920 x 1080 Pixel,  
64 dB Dynamik, bis zu 30 Fps

**Kappa opto-electronics GmbH**  
Germany | [info@kappa.de](mailto:info@kappa.de) | [www.kappa.de](http://www.kappa.de)

realize visions .

# Digitale Kamera? uEye®!



## USB uEye® ME

- Kamera im Sensorformat
- Bis 10 Megapixel
- Verschraubbarer USB-Anschluss
- Stabiles Metallgehäuse
- Trigger und Flash
- Große Sensorenauswahl
- Vielfältige Befestigungsmöglichkeiten



### USB

Von Boardlevel bis zur IP 65/67 Variante. Hohe Verfügbarkeit und größtmögliche Flexibilität.



### GigE

Ultra-kompakt oder Realtime Pre-Processing. Plug & Play GigE-Kameras.

# Topics with Impact: All you ever wanted to know about 3D

## INSPECT-Podiumsdiskussion während der Vision 2009

3D-Technologien umfassen ein weites Feld an Verfahren, Sensoren, Algorithmen und Applikationen. Welchen Nutzen kann der Anwender erwarten, welches Verfahren ist das richtige für welche Applikation, was ist heute der Stand der Technik und was ist für die Zukunft noch zu erwarten?



Die INSPECT hat sechs Experten aus Industrie und Forschung eingeladen, diese Fragen im Rahmen einer Podiumsdiskussion während der diesjährigen Vision zu erörtern. Etwa 170 Messebesucher haben die spannende einstündige Diskussion verfolgt.

Der Kostennutzen beim Einsatz von 3D-Inspektionsverfahren für vermeintlich klassische 2D-Aufgabenstellungen wurde diskutiert, ebenso wie die Herausforderung, nicht nur hochgenaue Messdaten in kürzester Zeit zu erfassen, sondern diese Daten auch intelligent auf das Wesentliche zu reduzieren und als Entscheidungsgrundlage für Prozessveränderungen zu nutzen.

Einigkeit herrschte bei den Experten, dass 3D-Systeme in Handhabung und Benutzerführung einfacher werden müssen, als Zukunftsvision: so einfach zu integrieren wie ein optischer Sensor.

Einen kleinen Eindruck aus der Podiumsdiskussion sollen Ihnen die folgenden Zitate vermitteln, mehr lesen Sie im redaktionellen Teil des Buyers Guide im nächsten Monat.

Dr. Wolfgang Eckstein, MVTec: „Wie in anderen Bereichen, z.B. der Kameratechnik, werden wir auch in den 3D-Technologien Standards benötigen. Diese ebnet den Pfad zur einfachen Integration der Komponenten zu einem Gesamtsystem.“

Dr. Heiko Frohn, Vitronic: „Die Time-of-Flight-Technologien werden weitaus mehr verändern als nur die Roboterführung. Sie bieten die Möglichkeit, völlig neue Applikationen zu erschließen, auch und insbesondere in der Sicherheits- und der Verkehrstechnik.“

Dr. Mats Gökstorp, Sick: „3D ermöglicht die nächste Stufe der Automatisierungstechnik und eröffnet darüber neue Applikationen. Der Schlüssel dazu ist die deutliche Steigerung der Nutzerfreundlichkeit.“

Per Holmberg, Hexagon Metrology: „Wir werden in den nächsten ein, zwei, drei Jahren neue 3D-Sensoren sehen, die viel einfacher sind als heute, viel preiswerter und viel flexibler.“

Leonard Metcalfe, LMI Technologies: „Die Möglichkeit, 3D-Technologien in Ergänzung zu 2D-Verfahren einzusetzen, wird zu sehr stabilen Produkten führen, die von Produktionsmitarbeitern selbst installiert werden können.“

Dr. Christian Wöhler, Daimler: „Die Kombination der verschiedenen 2D- und 3D-Technologien wird für den Anwender von großem Nutzen sein, da dies bei mindestens gleichbleibender Genauigkeit zu einer Reduzierung der Kosten führen wird.“

# Kalender

DATUM	THEMA · INFO
<b>24.–26.11.2009</b> Nürnberg, Deutschland	<b>SPS/IPC/Drives 2009</b> Die Messe für elektrische Automatisierungstechnik <a href="http://www.mesago.de/sps">www.mesago.de/sps</a>
<b>25.–27.11.2009</b> Mailand, Italien	<b>Vision World 2009</b> Die erste Messe im Mittelmeerraum, die sich ausschließlich auf Bildverarbeitung und Inspektionstechnologien fokussiert <a href="http://www.photonicaexpo.eu">www.photonicaexpo.eu</a>
<b>02.–04.12.2009</b> Yokohama, Japan	<b>'09 ITE</b> Die International Technical Exhibition on Image Technology and Equipment <a href="http://www.adcom-media.co.jp/ite">www.adcom-media.co.jp/ite</a>
<b>02.–05.12.2009</b> Frankfurt, Deutschland	<b>Euromold 2009</b> Fachmesse für Werkzeug- und Formenbau, Design und Produktentwicklung <a href="http://www.euromold.com">www.euromold.com</a>
<b>03.–04.12.2009</b> Erlangen, Deutschland	<b>Inspektion und Charakterisierung von Oberflächen mit Bildverarbeitung</b> Aktueller Stand der Technik und Ausblick auf zukünftige Entwicklungen <a href="http://www.vision.fraunhofer.de">www.vision.fraunhofer.de</a>
<b>20.–22.01.2010</b> Orlando, FL, USA	<b>AIA Business Conference</b> Business Konferenz des amerikanischen Bildverarbeitungsverbands <a href="http://www.machinevisiononline.org">www.machinevisiononline.org</a>
<b>23.–28.01.2010</b> San Francisco, CA, USA	<b>Photonics West 2010</b> Die neuesten Entwicklungen aus dem Feld der optischen Technologien <a href="http://www.spie.org">www.spie.org</a>
<b>27.–30.01.2010</b> Hamburg, Deutschland	<b>Nortec</b> Marktplatz für Technik im Norden <a href="http://www.hamburg-messe.de/nortec">www.hamburg-messe.de/nortec</a>
<b>16.–17.04.2010</b> Istanbul, Türkei	<b>EMVA European Machine Vision Business Conference 2010</b> Business Konferenz des europäischen Bildverarbeitungsverbandes EMVA <a href="http://www.emva.org">www.emva.org</a>
<b>19.–22.04.2010</b> Moskau, Russland	<b>Photonica</b> Führende russische Messe für Laser, optische und optoelektronische Technologien <a href="http://www.photonica-expo.com">www.photonica-expo.com</a>
<b>25.–27.05.2010</b> Boston, MA, USA	<b>The Vision Show</b> Nordamerikas führende Veranstaltung für industrielle Bildverarbeitung, Bildverarbeitungskomponenten und -lösungen <a href="http://www.machinevisiononline.org">www.machinevisiononline.org</a>
<b>08.–11.06.2010</b> München	<b>Automatica</b> Internationale Fachmesse für Automation und Mechatronik <a href="http://www.automatica-munich.com">www.automatica-munich.com</a>

Alle aktuellen Events und weitere Informationen zu den Veranstaltungen finden Sie unter: [www.inspect-online.com/events](http://www.inspect-online.com/events)

## Raue Umgebung? uEye®!



### USB uEye® RE

- Kabellängen bis 10 m\*
- Bis 10 Megapixel
- Störfestigkeit bis 4 kV
- CE Klasse B
- M8 Steckverbinder
- M3 und M5 Montagegewinde
- Einfachste Integration durch uEye® SDK und GenICam™

\* mit Original-Zubehör von IDS



### USB

Von Boardlevel bis zur IP 65/67 Variante. Hohe Verfügbarkeit und größtmögliche Flexibilität.



### GigE

Ultra-kompakt oder Realtime Pre-Processing. Plug & Play GigE-Kameras.

# IDS

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

Tel. 07134/96196-0

# Weltkoordinaten im Griff

## Grundlagen der Bildverarbeitung: Kamerakalibrierung



© Anetta/Fotolia.com

Bei Anwendungen der Bildverarbeitung in der Robotik oder bei der 3D-Vermessung müssen oft aus den Bilddaten die Koordinaten von Punkten im realen Raum ermittelt werden. Die Umrechnung von Bildkoordinaten in Weltkoordinaten setzt ein quantitatives Modell der Abbildung voraus. Bei der geometrischen Kamerakalibrierung werden die Parameter, die das Abbildungsmodell charakterisieren, aus Bildern von Kalibriervorlagen mit bekannten Referenzpunkten ermittelt. Der Artikel beschreibt die Grundzüge des Verfahrens.

### Zentralprojektion

Wenn ein Roboter eine Praline von einer Vorlagefläche aufnehmen und im zugehörigen Nest einer Verpackung ablegen soll, muss ein Bildverarbeitungssystem, das diese Aufgabe unterstützt, die Koordinaten der Praline und der Zielmulde bestimmen. Für die Ansteuerung des Roboters sind Absolutkoordinaten (sog. Weltkoordinaten) in Bezug auf einen festen Referenzpunkt erforderlich. Wir gehen zunächst davon aus, dass die gesuchten Punkte sämtlich in einer Ebene liegen, wie in der Szene in Abbildung 1. Ein Bild dieser Szene, das mit einem Standard-Objektiv aufgenommen wird, entsteht in Zentralprojektion, so dass die Proportionen geometrischer Figuren perspektivisch verzerrt erscheinen. Die Skalierung im Bild kann nicht allein mit einem konstanten Faktor in die Skalierung

auf der realen Ebene übertragen werden. Besonders deutlich wird das bei schrägem Blick auf die Arbeitsebene wie in Abbildung 2. Die Kantenlänge der Steine ist in der Realität konstant, sie erscheint jedoch durch die perspektivische Verzerrung mit zunehmender Entfernung immer kleiner.

### Koordinatensysteme

Die Abbildung eines Punktes aus dem Objektraum in die Bildebene der Kamera kann mit einer Matrixtransformation beschrieben werden, dem sog. Kameramodell. Die Bilddaten im Rechner Speicher sind lediglich mit dimensionslosen Pixelkoordinaten  $x_D$  und  $y_D$  verknüpft. Über die bekannte Pixelkantenlänge des Sensors können sie in die realen, mit Einheiten behafteten Sensorkoordinaten  $x_S$  und  $y_S$  des Bildes in der Sensorebene umge-

rechnet werden. Die Zentralprojektion eines Objektpunktes auf die Sensorebene wird am einfachsten im Kamerakoordinatensystem beschrieben. In diesem System hat ein Objektpunkt in der Szene die Weltkoordinaten  $X_W, Y_W$  und  $Z_W$ , und der Ursprungspunkt liegt im Projektionszentrum des Objektivs. In einem pick-and-place-Szenario möchte man die Weltkoordinaten eines Zielpunktes jedoch direkt auf die Arbeitsfläche beziehen. Die X- und Y-Achsen dieses Systems liegen in der Arbeitsebene, die Z-Achse steht senkrecht auf der Ebene. Die Z-Koordinate aller Punkte in dieser Ebene ist dann Null und damit für alle Punkte in der Ebene bekannt. Abbildung 3 zeigt die verschiedenen Koordinatensysteme. Die gesamte Transformation der Weltkoordinaten  $(X, Y, Z)$  eines Objektpunktes in die Pixelkoordinaten  $(x_D, y_D)$  des korrespondierenden Punktes in der Bilddatei kann man mathematisch mit einer einzigen Matrixoperation formulieren. Dieses mathematische Kameramodell enthält eine Reihe von Parametern, u.a. die sechs Freiheitsgrade der Kameraorientierung im Raum, die Bildweite der optischen Abbildung und einen Parameter zur Beschreibung der optischen Verzeichnung durch das Objektiv. Sobald die Modellparameter empirisch bestimmt sind, kann man die Matrixtransformation umkehren und von den Pixelkoordinaten auf die Weltkoordinaten zurück schließen. Aus den Pixelkoordinaten können jedoch nicht die Absolutwerte  $X_W, Y_W$



Abb. 1: Pick and Place in einer Ebene

und  $Z_w$  berechnet werden sondern nur die Verhältnisse ( $X_w/Z_w$ ) und ( $Y_w/Z_w$ ). Anschaulich liegt das daran, dass zwei Objektpunkte, die von der Kamera aus in derselben Richtung, aber in unterschiedlichen Entfernungen liegen, durch die Zentralprojektion auf denselben Bildpunkt abgebildet werden. Sobald aber eine der Weltkoordinaten absolut bekannt ist, können die beiden verbleibenden Werte bestimmt werden.

### Kalibrierung

Zur Beschreibung der Transformation des Weltkoordinatensystems in der Arbeitsebene in das Pixelkoordinatensystem der Bilddatei sind 12 oder mehr freie Parameter erforderlich, je nach Detaillierungsgrad des Modells. Grundsätzlich könnten diese Kenngrößen durch separate Messungen ermittelt werden, z.B. die Bildweite oder der Verzeichnungsparameter. In der Praxis hat sich jedoch die Kalibrierung des Systems mit Hilfe eines Testmusters etabliert. Dazu wird mit der Kamera, die kalibriert werden soll, ein Objekt aufgenommen, das Markierungen mit bekannten Weltkoordinaten im Koordinatensystem des Objektraums enthält. Die Positionen der zugehörigen Bildpunkte werden mit den Methoden der Bildverarbeitung aus dem Bild entnommen, so dass sowohl die Weltkoordinaten der Markierungen als auch deren korrespondierende Pixelkoordinaten bekannt sind. Das Abbildungsmodell liefert die Verknüpfung zwischen den beiden Datensätzen. In den entsprechenden Gleichungen sind die Modellparameter nun die Unbekannten. Wenn eine hinreichende Zahl von Markierungen erfasst wird, entsteht ein Gleichungssystem, aus dem die 12 unbekannt Parameter berechnet werden können. Wir verwenden in unserem Labor für das pick-and-place-Szenario

aus Abbildung 1 eine ebene Kalibriervorlage, die in der Arbeitsebene platziert wird. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde ein geeignetes Testmuster entwickelt (Abb. 4). Es besteht aus kreisförmigen Objekten mit gutem Kontrast zum Untergrund, die in regelmäßigen, präzise eingehaltenen und in absoluten Einheiten genau bekannten Abständen aufgebracht sind. Es ermöglicht außerdem die

automatische Bestimmung des Koordinatenursprungs sowie der Achsenrichtungen des Weltkoordinatensystems in der Arbeitsebene. Die größere Kreisfläche im Zentrum definiert den Ursprung, das ringförmige Objekt und die kleinere Kreisfläche legen die Richtungen der X- und Y-Achse fest. Die Z-Achse steht senkrecht auf der Ebene. Die Position der Kreisflächen in der Bilddatei wird nach einer

Binarisierung und anschließendem Labeling als Lage des Schwerpunktes der segmentierten Objekte berechnet. Diese Positionsbestimmung ist subpixelgenau und robust. Sie stellt keine hohen Anforderungen an die globale Homogenität der Beleuchtung. Ohne großen Aufwand erreichen wir im Labor eine Genauigkeit von 1/10 Pixelkantenlänge für die Bestimmung der Schwerpunktslagen.

## VeriSens® Vision Sensoren mit Identifikationsfunktion



### Robuste Inspektionen für industrielle Anwendungen



Teileinspektion



Code lesen



Text lesen

Interessiert? Weitere Informationen unter:  
[www.baumer.com/verisens](http://www.baumer.com/verisens)

**Baumer**

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



Abb. 2: Perspektivische Verzerrung

### Ausgleichsrechnung

Die regelmäßige Struktur des Testmusters erleichtert die automatische Zuordnung zwischen den Punkten auf der Vorlage mit ihren bekannten Weltkoordinaten im System der Arbeitsebene und den nun bekannten, korrespondierenden Positionen in der Bilddatei. In Abbildung 4 könnte z.B. ein Array aus sechs mal sechs Kreisen verlässlich ausgewertet werden, also die Korrespondenzen von 36 bekannten Objektpunkten. Damit ist das Gleichungssystem für die 12 Modellparameter stark überbestimmt und muss angemessen ausgewertet werden. Die Werte mancher Parameter, z.B. die Pixelkantenlängen, finden sich mit hinreichender Genauigkeit im Datenblatt. Für die übrigen Kenngrößen wird mit den Methoden der Ausgleichsrechnung der optimale Parametersatz für die Anpassung

der modellierten an die bekannten Daten berechnet. Geeignete Verfahren sind zwar mathematisch aufwendig, aber bekannt und numerisch handhabbar. Das Resultat einer solchen Auswertung ist jedenfalls ein Satz von Kameraparametern, der die Abbildung entsprechend dem Abbildungsmodell quantitativ beschreibt. Da in der Arbeitsfläche eine der Weltkoordinaten bekannt ist, nämlich die Z-Koordinate  $Z=0$  für alle Punkte in der Ebene, können nun die beiden übrigen Koordinaten X und Y für jeden Punkt in der Arbeitsebene aus den Pixelkoordinaten des korrespondierenden Bildpunktes mit Hilfe des Abbildungsmodells berechnet werden.

### Ungewissheit

Insbesondere kann man sich anschauen, wie gut die Kreise auf der Kalibriervorlage, aus denen die Kameraparameter berechnet wurden, mit dem Modell wieder gefunden werden. Ein geeignetes Gütemaß ist der Rückprojektionsfehler. Dazu werden die bekannten Weltkoordinaten mit Hilfe des Kameramodells in die Pixelkoordinaten der Bilddatei umgerechnet und mit den Pixelkoordinaten der Kreise im tatsächlich aufgenommenen Bild verglichen. Im Normalfall werden die Werte nicht genau übereinstimmen, weil es sich bei der Kalibrierung um eine Ausgleichsrechnung handelt. Die Abweichung ist der Rückprojektionsfehler. Wahlweise kann man nun den mittleren oder den maximalen Rückprojektionsfehler als Gütemaß heranziehen. Im Labor erreichen wir bei Arbeitsabständen in der Größenordnung von einem halben Meter regelmäßig Rückprojektionsfehler in der Größenordnung von 1/10 bis 2/10 Pixelkantenlänge mit 8-bit-Standard-Analogkameras und handelsüblichen Objektiven. Die Ungewissheit des Verfahrens liegt also in derselben Größenordnung wie die Ungewissheit, mit der die Position der Schwerpunkte der Referenzobjekte in der Bilddatei bestimmt werden kann. Unter diesem Gesichtspunkt hat sich die Methode daher als tauglich

erwiesen. Tatsächlich gelingt es dem Roboter aus Abbildung 1 auf diese Weise, die Schraubverschlüsse präzise aus dem linken Träger aufzunehmen und in den freien Mulden des rechten Trägers abzusetzen.

Die oben beschriebene Methode mit einer flächigen Kalibriervorlage in der Arbeitsebene beschränkt die Kalibrierung keineswegs auf diese Ebene. Die Kamera ist auf diese Weise vollständig kalibriert, solange ihre Orientierung nicht geändert wird. In der Arbeitsebene ist jedoch die vollständige Bestimmung der drei Weltkoordinaten (X, Y, Z) möglich, denn definitionsgemäß ist die Z-Koordinate für alle Punkte in dieser Ebene gleich Null und damit bekannt. Wenn für irgendeinen anderen Punkt in der Szene eine der drei Weltkoordinaten auf andere Weise bekannt wird, können aus den Pixelkoordinaten des korrespondierenden Bildpunktes die beiden übrigen Weltkoordinaten ebenfalls berechnet werden. Beispielsweise könnte bekannt sein, dass ein bestimmter Punkt, der im Bild gut detektierbar ist, 15 mm oberhalb der Arbeitsebene liegt. Dann ist seine Z-Koordinate ebenfalls bekannt: sie ist nicht null, sondern +15 mm, und die beiden übrigen Koordinaten X und Y können berechnet werden. Das ist übrigens regelmäßig bei der Szene aus Abbildung 1 der Fall, denn die Oberflächen der Schraubverschlüsse liegen nicht in einer Ebene mit der Montagefläche des Roboters, auf der üblicherweise die Kalibriervorlage platziert wird.

Das hier vorgestellte Kalibrierverfahren geht auf die Arbeiten von Lenz [1] und Tsai [2] zurück, die bereits 1987 publiziert wurden. Es ist bemerkenswert, dass diese Methoden schon vor 20 Jahren bekannt waren, aber erst vor wenigen Jahren vereinzelt kommerziell verfügbar wurden. Mittlerweile wird die Kamerakalibrierung von allen wesentlichen Bildverarbeitungsbibliotheken unterstützt und gehört zu den Grundlagen der Bildverarbeitung.

### Literatur

- [1] Lenz, R., Informatik-Fachberichte 149: Mustererkennung 1987, S. 212-216, Springer 1987
- [2] Tsai, R. Y., IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. RA-3 (4) 1987, 323-344

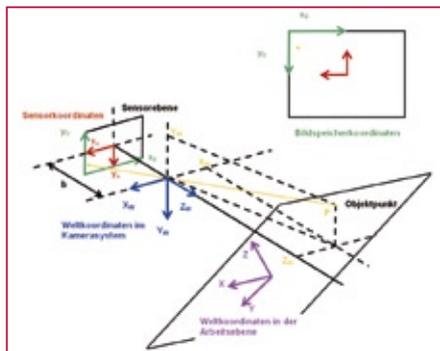


Abb. 3: Koordinatensysteme für die Transformation von Weltkoordinaten aus der Arbeitsebene in Pixelkoordinaten in der Bilddatei

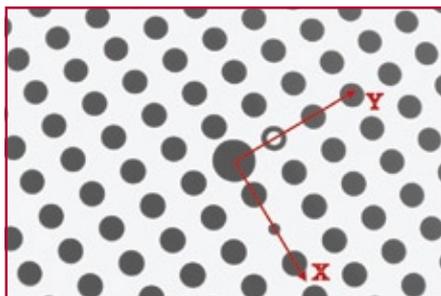


Abb. 4: Ebene Kalibriervorlage mit X- und Y-Weltkoordinatenachsen in der Arbeitsfläche

► **Autor**  
**Prof. Dr. Christoph Heckenkamp**  
 Hochschule Darmstadt  
 Studiengang Optotechnik  
 und Bildverarbeitung  
 heckenkamp@h-da.de  
 www.fbm.h-da.de



# Echtzeit 3D-Rekonstruktion mit GigE Vision

## 3D Streifenprojektionssystem mit GigE Hochgeschwindigkeitskamera

Die Universität von Kentucky hat im Jahr 2006 vom US Department of Homeland and Security Fördermittel für die Entwicklung einer Methode zur 3D-Vermessung mit Überwachungskameras erhalten. Das nun daraus entstandene Produkt ist ein hochauflösendes Echtzeit-3D-System, das mit strukturiertem Licht und Hochgeschwindigkeits-Rekonstruktionsmethoden 3D-Bilder erzeugt.

Bei der Beleuchtung mit strukturiertem Licht erfolgt eine Serie von Gitterprojektionen so, dass eine unter einem bestimmten Winkel angeordnete Kamera aus der Gitterablenkung an der Objekt-oberfläche deren Form in einem 3D-Modell rekonstruieren kann. Das entwickelte System besteht aus einer Prosilica-Kamera mit VGA-Auflösung und Gigabit Ethernet-Schnittstelle sowie einem Projektor. Die Kamera wurde aufgrund ihrer Geschwindigkeit von bis zu 200 fps bei voller 640 x 480 Pixel Auflösung und ihrer Plug&Play-Fähigkeit ausgewählt. Kamera und Projektor sind in einem Winkel von 10° zueinander angeordnet, um optimale Scanning-Ergebnisse zu erzielen. Über eine externe Triggerung werden beide Komponenten synchronisiert auf 120 Bilder pro Sekunde bei VGA-Auflösung. Das System ist voll skalierbar und Objektiv, Projektor-Helligkeit und Betrachtungswinkel können leicht an größere Bildfelder angepasst werden.

Das System verwendet in Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen (z.B. bewegtem oder stationärem Objekt) zwischen drei und sechs unterschiedliche Projektionsgitter. Jedes Gitter besteht dabei aus 16 Streifenpaaren (Perioden), die in einer vordefinierten Blitzsequenz mit 120 fps auf das Objekt projiziert werden. Die Universität von Kentucky hat drei neue Gitteransätze entwickelt, um die Qualität und Genauigkeit der 3D-Rekonstruktion zu optimieren: Eine periodenmodulierte Phasenmessung und ein Doppelfrequenz-Phasen-Multiplexing, die beide eine Phasendemodulierung erlauben ohne mehr Projektionen oder komplexe räumliche Demodulationalgorithmen zu erfordern, sowie eine Kantener-

kennung, die das Signal-Rausch-Verhältnis im System verbessert.

Während andere Systeme eine 3D-Punktewolke Pixel für Pixel erzeugen, setzt das 3D Imaging Lab der Universität neue Look-up-Tabellen ein, die die wiederholten und Performance-beschränkenden Matrizenberechnungen ersetzen und es dem System erlauben die Phasenbilder mit vollen 640 x 480 Pixeln und 120 fps zu dekodieren. Weder eine Datenaufzeichnung noch eine Nachbearbeitung ist erforderlich. Die Methode zur 3D-Rekonstruktion kann auf alle 3D-Techniken angewendet werden, die auf Triangulation basieren: Streifenprojektion, Stereoskopie, Lichtschnitt, etc. Die Software wurde unter Microsoft Visual Studio 2005 in C++ unter Verwendung des Prosilica Software Development Kit entwickelt.

Das 3D-Echtzeit-System der Universität von Kentucky ist voll skalierbar und kann in so unterschiedlichen Applikationen wie Mensch-Maschine-Schnittstellen, Biometrie und Sicherheit, Bewegungserfassung und Tracking, Gesichtserkennung, schneller 3D-Modellierung und Multimedia der Zukunft eingesetzt werden. Das System steht in Lizenz für kommerzielle Nutzung zur Verfügung.

► **Autorin**  
Laurette Perrard, Marketing Specialist,  
Allied Vision Technologies Inc.

► **Kontakt**  
Allied Vision Technologies GmbH, Stadtroda  
Tel.: 036428/677-0  
Fax: 036428/677-28  
info@alliedvisiontec.com  
www.alliedvisiontec.com

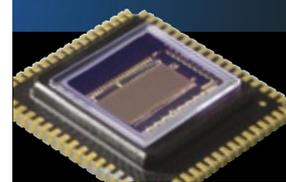
## Ausgezeichnete 3D Technologie



- + 3D-Erfassung in Echtzeit
- + Pixelweltrekord für 3D-ToF-Kameras
- + Herausragende Fremdlichtunterdrückung
- + CMOS- Bildsensortechnologie
- + Etablierte Massenprodukte

Ausgezeichnet mit dem Frost & Sullivan „Enabling Technology of the Year Award 2009“ sind wir Marktführer für hochintelligente 3D-ToF-Bildsensoren.

Sprechen Sie mit uns und entdecken Sie neue Dimensionen in der Bilderfassung.



204 x 204 = 41616  
ausgezeichnete Pixel



PMDTechnologies GmbH  
Telefon: +49 271 238538 -800  
Am Eichenhang 50 | D-57076 Siegen  
info@pmdtec.com | www.pmdtec.com

# 3D-Daten aus der Laufzeitmessung

## Time of Flight – Das Messprinzip



**Time-Of-Flight (TOF) Kameras basieren auf dem Prinzip, dass jedes von Tausenden von Pixeln den Abstand zwischen der Kamera und einem Objektpunkt durch ein hochgenaues Lichtlaufzeitverfahren bestimmt. Diese Kameras sind in der Lage, dreidimensionale Objekte in Echtzeit mit einer Bildrate von bis zu 50 Bildern pro Sekunde zu vermessen.**

Für jedes Pixel wird dabei die Zeit gemessen, die das Licht benötigt, um die Distanz zwischen der Kamera und dem Messobjekt zurückzulegen. Dazu wird amplitudenmoduliertes Licht von der Kamera ausgesendet und das vom Objekt reflektierte Licht mittels der Kameraoptik auf den Bildsensor projiziert, um dort die zeitliche Verzögerung zwischen ein- und ausgehendem Lichtsignal zu messen. Die wichtigsten Bestandteile einer solchen Kamera sind der Bildsensor, die Lichtquelle (üblicherweise im Infrarotbereich), die Steuerungs- und Auswerteelektronik sowie das Linsensystem der Kameraoptik. Die Hersteller verwenden dabei unterschiedliche Kameraentwürfe und Modulations-

arten für das Lichtsignal, wobei jede dieser Kombinationen gewisse Vor- und Nachteile für unterschiedliche Anwendungen mit sich bringt.

### Vorteile TOF

Im Vergleich zu anderen 3D-Messverfahren bietet TOF einige interessante Vorteile:

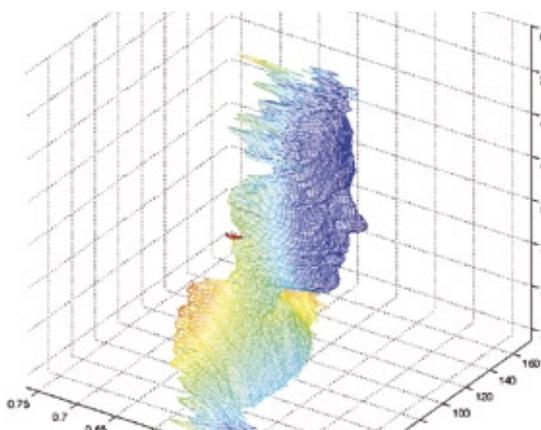
- Die Messung ist unabhängig von externen Referenzpunkten oder vom Kontrast auf der Oberfläche der Messobjekte.
- Echtzeit-Messungen mit Videobildraten sind möglich ohne Limitierung durch Scanzyklen oder durch die Prozessorleistung bei der Bildverarbeitung.
- Eine externe Lichtquelle ist nicht notwendig, denn die TOF-Kamera selbst beleuchtet die Szene.
- Da jedes Pixel der Kamera direkt die Werte der Abstandsmessung liefert, ist eine komplizierte Abstandsberechnung nicht erforderlich und es können weniger rechenintensive Systeme eingesetzt werden oder die Bildauswerteargorithmen können zum Teil direkt im DSP der Kamera laufen.

- Die Größe des Kamerasystems ist unabhängig von der Objektgröße. Im Vergleich dazu muss bei Stereokamerasystemen der Abstand zwischen den Kameras für größere Objekte vergrößert werden.

Durch diese Vorteile hat sich eine Vielzahl von Anwendungen gefunden, für die TOF besser geeignet ist als konventionelle 3D-Messverfahren. Für viele dieser Anwendungen sind auf TOF basierende Lösungen bereits in der Entwicklung. Das wachsende Interesse an der Technologie hat gleichzeitig auch dazu geführt, dass im vergangenen Jahr weitere Kamerahersteller die Bühne betreten und neue TOF-Kameras auf den Markt gebracht haben.

### Technische Lösung bleibt eine Herausforderung

Zwischen den ersten Forschungsaktivitäten über TOF Multipixel-Bildsensoren im Jahr 1993 und der ersten kommerziellen TOF-Kamera liegen 17 Jahre. Erste Bildsensorentwürfe wurden 1995 beschrieben, aber es dauerte bis zum Jahr 2000 bis erste Prototypen von TOF-Kameras



Die TOF-Rohdaten sind 3D-Punktwolken, die nachverarbeitet werden müssen, um die gewünschte Nutzinformation zu extrahieren

- ▼ Der industrietaugliche TOF-Sensor SR4000 hat einen hohen Dynamikumfang und führt im Betrieb eine kontinuierliche Selbstkalibrierung durch



- ▲ TOF-Kameras aus der SR4000 Familie sind für den industriellen Einsatz entwickelt worden und sind bis zu einem Messbereich von 10 m verfügbar

vorgestellt wurden. Von diesem Zeitpunkt an dauerte es weitere neun Jahre bis TOF-Kameras kommerziell erhältlich wurden, die industrie-tauglich und ausreichend zuverlässig sind.

Mesa Imaging ist eines der Unternehmen, die Pionierarbeit auf diesem Gebiet geleistet haben. Das Unternehmen hat im vergangenen Jahr mit der SR4000 eine TOF-Kamera vorgestellt, die bereits in einer Vielzahl von Anwendungen eingesetzt wird, wie z.B. für Paketmesssysteme in der Logistik, für die Navigation von autonomen Robotern und für Personenzählsysteme in Sicherheitsanwendungen. Diese Reihe an Applikationen ist nicht abschließend und zeigt die Vielfalt der industriellen Einsatzbereiche, die der TOF-Technologie auch in den kommenden Jahren offen steht.

Dabei ist einschränkend darauf hinzuweisen, dass es keine universelle Kamera gibt, die für alle Anwendungen geeignet ist. In der Regel ist eine Standardkamera nur bedingt geeignet und muss für eine spezielle Anwendung kundenspezifisch angepasst werden. Die Kameraparameter sind dabei oft voneinander abhängig und der Optimierungsprozess erfordert

Kompromisse zwischen den einzelnen Parametern.

### Abhängigkeiten zwischen Kameraparametern

Ein Beispiel für einen solchen Kompromiss zwischen Kameraparametern ist die Beziehung zwischen der Pixelzahl und der Fähigkeit des Bildsensors, sich schnell bewegende Objekte zu erfassen oder bei intensivem Hintergrundlicht zu messen. Bei einer gegebenen Chipgröße wird eine höhere Pixelzahl dazu führen, dass weniger Ladungen gespeichert werden können. Dies wiederum hat zur Folge, dass die Kamera weniger Hintergrundlicht tolerieren kann, dass der dynamische Bereich kleiner wird und dass die Distanz zu sich schnell bewegenden Objekten weniger genau gemessen werden kann.

Auch bei der Auswahl der Modulationsfrequenz müssen die Kameraeigenschaften gegeneinander abgewogen werden. Mit höherer Modulationsfrequenz kann eine höhere Messgenauigkeit erreicht werden. Gleichzeitig hat eine hö-

here Frequenz aber auch einen kleineren Messbereich zur Folge.

Schließlich gelten bei der Kameraoptik einer TOF-Kamera die gleichen Zusammenhänge wie bei einer konventionellen 2D-Kamera. Für eine gegebene Größe des Bildsensors und eine gegebene Pixelzahl hat ein weiteres Sichtfeld eine geringere Winkelauflösung zur Folge.

### Standardkamera mit weitem Applikationsbereich

Diese Beispiele verdeutlichen die Abhängigkeiten, die zwischen verschiedenen Kameraparametern bestehen. Um eine Kamera bestmöglich für eine spezielle Anwendung anzupassen, müssen diese Abhängigkeiten berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden. Mesa Imaging hat als führender Hersteller von TOF-Kameras weitreichende Erfahrung auf diesem Gebiet und hat auf TOF basierende 3D-Imaginglösungen bereits erfolgreich in eine Reihe von Kundenapplikationen integriert. Aus diesen Anwendungslösungen sind in der Zwischenzeit verschiedene Varianten der Standardkamera SR4000 entstanden. Die Kamera ist heute in vier Versionen erhältlich und kann so schon einen weiten Bereich an Kundenanforderungen abdecken.

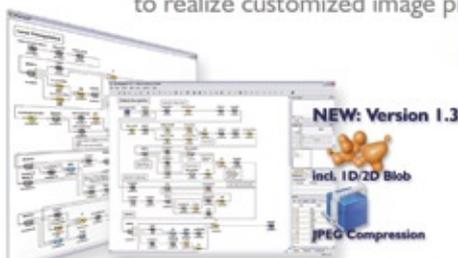
► **Autor**  
Christian Waizenegger,  
Product Line Manager

► **Kontakt**  
Mesa Imaging AG, Zürich, Schweiz  
Tel.: 0041/44/508-1800  
Fax: 0041/44/508-1801  
sales@mesa-imaging.ch  
www.mesa-imaging.ch

## The World of Image Processing

Competence • Innovation • Reliability

- ▶ **SMART APPLETS** - On-board application supporting real-time functionality with Smart Applets
- ▶ Reliable image acquisition with acceleration features for **Link** CameraLink, **RCL** Power over CameraLink and **GigE** GigE Vision
- ▶ Processing image data of multiple **GigE** GigE Vision or **Link** FULL Configuration cameras in real-time without CPU load
- ▶ **VisualApplets** certified hardware to realize customized image processing by yourself



# Im Rampenlicht

## Beleuchtung für die 2D- und 3D-Bildverarbeitung

Bei der Auswahl der richtigen Beleuchtung für 2D/3D-Bildverarbeitungsapplikationen empfehlen Fachleute, die Erfahrung und das Know-how von Experten zu nutzen. Denn Anwender unterschätzen oftmals die Bedeutung dieser Systemkomponente. Tatsächlich hängt die Qualität eines Bildes jedoch vor allem von der gewählten Beleuchtungs-Lösung ab. Die Unterschiede zwischen LED-Beleuchtungen und Lasersystemen sowie ihre Einsatzgebiete werden im Folgenden vorgestellt.

Die Experten von Laser2000 schätzen, dass 90% aller Beleuchtungen in der 2D-Bildverarbeitung mit LEDs durchgeführt werden. Das liegt daran, dass sie in vielen verschiedenen Farben, Leistungsstufen und Bauformen erhältlich sind. Des Weiteren stellen LEDs eine gute Alternative zu herkömmlichen Beleuchtungs-Lösungen dar, die auf kurzlebigen Halogenlicht, Xenonstrahlern oder Faseroptik basieren. LEDs werden in millionenfacher Stückzahl produziert und ihre mögliche Lichtleistung, die in den mikrometerkleinen Halbleiter-Chips erzeugt wird, erhöht sich nahezu monatlich. So werden bei LED-Linienbeleuchtungen Leistungen bis 3 kW bzw. mehrere Millionen Lux erreicht. Mittlerweile gelingt es, komplette Kinoprojektoren durch ein LED-Cluster mit entsprechender Optik zu ersetzen und damit sogar einen deutlich gesteigerten Signal-Rauschabstand bei einer Projektion über mehrere Quadratmeter homogen ausgeleuchteter Fläche zu erzielen. Bei solch hohen Leistungen reicht es in der Regel nicht aus, einfach nur mit Luftkonvektion zu arbeiten, um die Elektronik und die Lichtquellen zu kühlen. Hier ist eine aktive Wasserkühlung notwendig, die jedoch in den meisten Fällen innerhalb eines kompakten internen Kreislaufes erfolgt und bereits Bestandteil des Lieferumfangs ist.

### Standard-LEDs variieren stark

Im klassischen Beleuchtungsbereich finden meist Standard LEDs, sog. T-Packs, ihren Einsatz. Der geringe Preis der einzelnen LEDs verlockt dazu, selbst Entwickler und Hersteller der eigenen Beleuchtung werden zu wollen. Häufig ist

das Ergebnis jedoch suboptimal, da die LEDs, selbst wenn sie aus einer Produktions-Charge stammen, unterschiedlich in der Wellenlänge und damit in der Farbe, der Leistung und der Abstrahlcharakteristik sind. Für große Unternehmen lohnt sich der Einsatz von LED-Messplätzen, um die zuvor genannten Werte zu messen und die LEDs dadurch zu selektieren. Firmen, die diesen Aufwand und die Investition im fünfstelligen Bereich scheuen, wenden sich an den Fachhändler, der aus einer großen Auswahl an unterschiedlichen Beleuchtungen herstellerneutral die passende Beleuchtung empfehlen kann und dafür auch die Herstellergarantie übernimmt.

Die charakteristischen Daten einer LED ermöglichen den Vergleich mit einer herkömmlichen Beleuchtung. Meist sind jedoch die Angaben, die in den Einheiten Lux, Lumen oder Sterradion erfolgen, nicht wirklich aussagefähig. Daher ist ein

Test vor Ort und „live“ am Objekt notwendig, um auch Umgebungsparameter mit einfließen lassen zu können. Fachhändler bieten diese Möglichkeit in der Regel kostenfrei an, um den Kunden bei der Wahl der richtigen Beleuchtung zu helfen und diese ggf. anzupassen.

Um die richtigen Merkmale aus einem Objekt herauszuarbeiten, muss die richtige Beleuchtung mit der entsprechenden Kamera und Filtertechnik kombiniert werden. Je nach Anwendung werden homogene Beleuchtungen über ein „Koaxiallicht“ oder eine „Dom-Beleuchtung“ erzielt. Bei anderen Anwendungen hilft es, gerichtetes Licht als Auflicht oder im Dunkelfeld einzusetzen. Linienbeleuchtungen werden eingesetzt, um die Struktur im Bandmaterial zu erkennen oder um eine Breiten- und Profilmessung durchzuführen.

▼ **Abb. 2: Die homogene Laserlinie verteilt sich gleichmäßig über die Konturen und liefert Informationen über die Breite von Spalten**

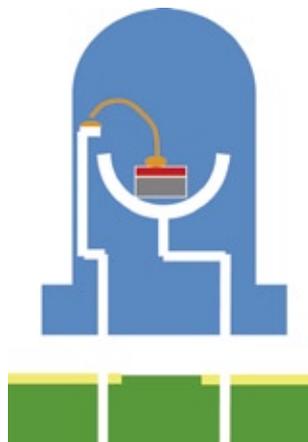
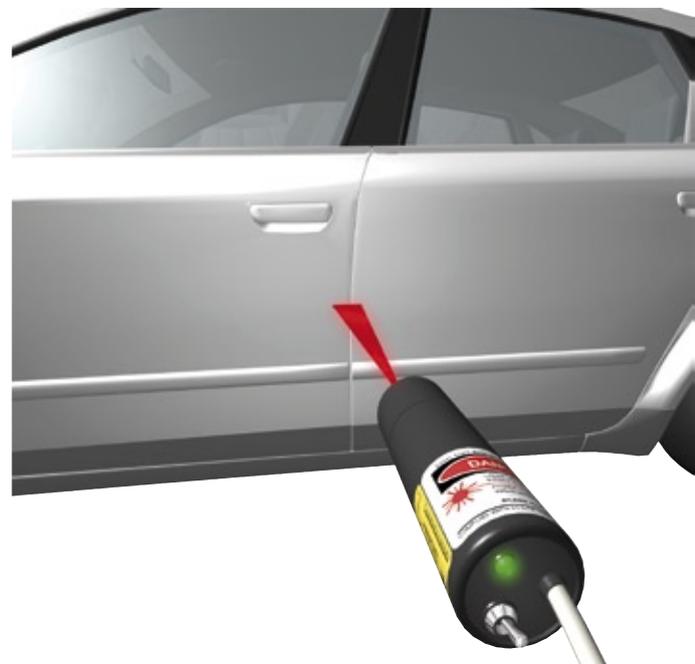


Abb. 1: Schematischer Querschnitt einer LED



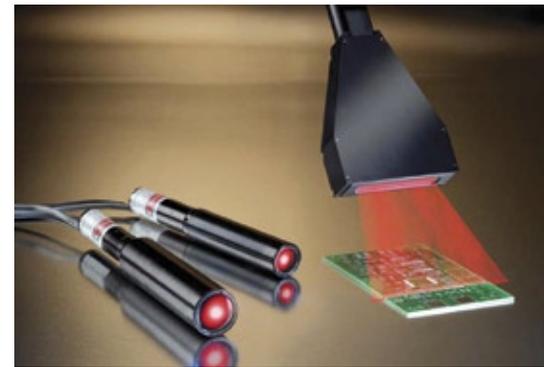
## Laser: die leistungsfähigere Beleuchtung

Mit optischen Kniffen lassen sich LED-Systeme als Linienlichter ausführen. Eine wirksame Fokussierung ist aber wegen der Breitbandigkeit des Lichts nur in eingeschränktem Abstand und Bereich möglich. Während LED-Systeme mit Kilowatt-Werten an Licht- und Stromleistung eine Linie erzeugen, sind in der Laserwelt bereits einige Milliwatt ausreichend, um den gleichen Lichtleistungs-Effekt zu erzielen. Das schont das Budget und reduziert den CO<sub>2</sub> Ausstoß.

Neben dem überzeugenden Ergebnis bei der Betrachtung der Total Cost of Ownership gestatten Laser, sie als kleinste Lichtquellen effizient zu nutzen. Als Leichtgewichte mit hoher Leistungsdichte arbeiten sie auf Robotersystemen oder in engen Räumen Merkmale innerhalb einer Lichtschnittmessung heraus. Die homogene Laserlinie verteilt sich gleichmäßig über alle Formen, Konturen und Profile, um eine geometrische Information zu erhalten. Mittels Laserlicht können der Abstand (siehe Abb. 2) und die Höhe von Kanten (siehe Abb. 3) bestimmt werden. Laserlicht ist monochrom und kann mit Bandpassfiltern annähernd von jeglichem Fremdlicht isoliert werden. Verschiedene Laser, die auf ein Objekt gerichtet sind, können durch Bandpassfilter getrennt voneinander analysiert werden.

Durch die monochrome Wellenlänge und die Kohärenz des Lichts lassen sich Laser auf wenige Mikrometer Linienquerschnitt fokussieren. Neueste Methoden erlauben sogar eine telezentrische Linienbeleuchtung, um kleinste Merkmale zu beleuchten. Abbildung 4 zeigt dieses Verfahren im Einsatz für die Prüfung von Lötkontakten. Auch bei Lasersystemen gilt: Laser ist nicht gleich Laser. Das Kernstück eines Lasersystems ist seine Lichtquelle: die Laserdiode. Laserdioden werden wie LEDs millionenfach für verschiedene Zwecke hergestellt. Die Chargen variieren stark. Die Brenndauer bei Laser-Wasserwagen oder Laserpointern ist nie dauerhaft. Bei Premium-Lasersystemen für die Bildverarbeitung gelten insofern professionellere Kriterien als bei Lasersystemen, die hauptsächlich für die Anwendungsbereiche Ausrichten und Positionieren entwickelt wurden. Diese Laser finden ihren gerechtfertigten Einsatz beim Positionieren von Teilen im Handwerk, beispielsweise von Textilstoffen bei Nähmaschinen, Holzzuschnitten oder der Positionierung von Patienten, wie im CT oder der Chirurgie.

Abb. 3: Die Höhe von Kanten lassen sich mittels Lasersystemen bestimmen



▲ Abb. 4: Die telezentrische Linienbeleuchtung erlaubt die Prüfung kleinster Merkmale

## Volle Leistung bis zum Schluss

Georg Powell ist der Kopf hinter der gleichnamigen optischen Linse, die eine homogene Linie erzeugt (siehe Abb. 5). Nach wie vor wird in der Fertigung der Premium-Laser jede Linse von Hand geschliffen, um sie perfekt auf die Laserdiode anzupassen. Laserdioden sind in der Qualität der optischen Charakteristik sehr unterschiedlich, alleine der Öffnungswinkel der Laserdiode variiert teilweise um 20%. Als Folge kann mit Molded Optics, also in hohen Stückzahlen gepressten optischen Linsen, nie eine gleichbleibende Qualität gewährleistet werden.

Neben dem Schliff ist eine Vielzahl von Parametern zu kontrollieren, um über die Jahre einen gleichbleibend leistungsstarken Laser zu erhalten. Während LED-Systeme langsam degradieren, behalten Laser, die auf konstante Ausgangsleistung geregelt sind, ihre Leistung bis zum Schluss.

Die Strahlstabilität, also wie gut der Laser auf dem einmal justierten Punkt fokussiert bleibt, ist ein wichtiges Kriterium. Bei Premium-Lasersystemen werden Werte bis 10  $\mu\text{rad}/^\circ\text{C}$  erreicht. Die Laserlinie bewegt sich also in einem Abstand von 1 m um 10  $\mu\text{m}$  pro Grad Celsius.

Ein Beispiel: Wird bei einer Anwendung ein einfacher Standardlaser mit 0,1 mrad Strahlstabilität verwendet und variiert die Temperatur zwischen 17  $^\circ\text{C}$  und 32  $^\circ\text{C}$ , wird die in einem Abstand von 2 m projizierte Linie um 3 mm aus dem Bildfeld wegwandern. Das Fatale dabei ist, dass diese Bewegung nie reproduzierbar ist, da sie durch mehrere Faktoren ausgelöst wurde.

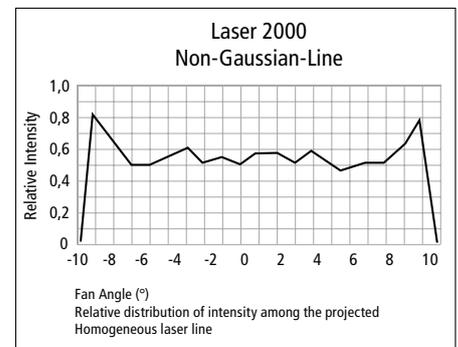


Abb. 5: Relative Intensitätsverteilung über die projizierte homogene Laserlinie

Laser 2000 hat jahrzehntelang Erfahrung in diesen unterschiedlichen Gebieten der industriellen Beleuchtungstechnik gewonnen. Diese Erfahrung fließt in die Produkte ein und gewährleistet, dass die Beleuchtung und Beratung über eine hohe Qualität verfügen.

► **Autor**  
Dipl.-Betriebsw. Thomas Rampertshammer,  
Key Account Manager



► **Kontakt**  
Laser 2000 GmbH, Wessling  
Tel.: 08153/405-0  
Fax: 08153/405-33  
t.rampertshammer@laser2000.de  
www.laser2000.de

# Ein Schritt voraus

## 3D-Scanner für den maßgeschneiderten Schuh

Orthopäden nehmen traditionell einen Gipsabdruck der Füße ihrer Patienten, um medizinische Schuheinlagen und andere Orthesen herstellen zu können. Doch führt diese Technik häufig zu ungenauen Ergebnissen: Selbst kleinste Messfehler verstärken sich bei dem mit bis zu 150 Arbeitsschritten doch recht aufwändigem Herstellungsprozess, an dessen Ende ja ein perfekt sitzender, buchstäblich „maßgeschneiderter“ Schuh stehen sollte.



Elinvision, ein in Litauen beheimateter Hersteller für Vision-Systeme und 3D-Scanner, hat 2007 einen 3D-Fuß-Scanner vorgestellt, der in nur wenigen Sekunden einen 2D-Fußabdruck in Farbe sowie ein 3D-Modell eines bis zu 40 cm langen nackten Fußes herstellen kann. Der berührunglose Laser-Scanner ist nicht nur äußerst schnell und präzise, er stellt auch für den Patienten im Vergleich zum traditionellen Fußabdruck eine erheblich komfortablere Vermessungsalternative dar. Der „digitale 3D-Abdruck“ bietet eine Genauigkeit von bis zu 0,25 mm. Ein vollständiger Fußscan dauert dabei abhängig von der Scangenauigkeit nur an die 20 Sekunden.

### Aufnahmen aus allen Richtungen

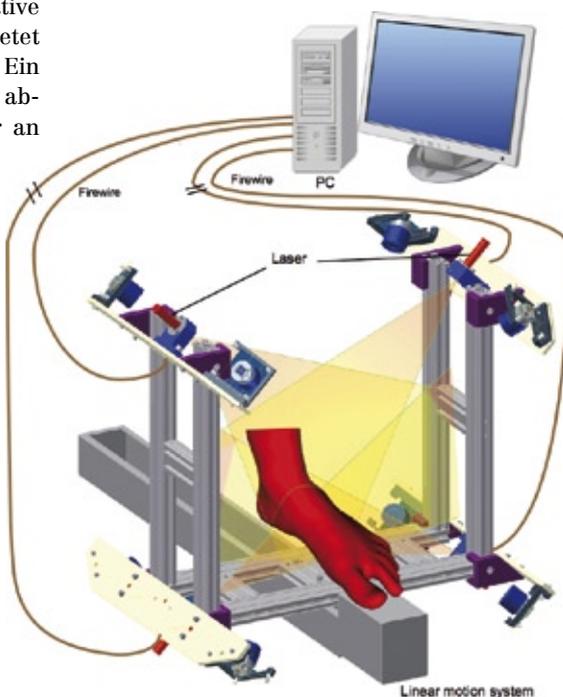
Beim Laser-Scan werden eine oder mehrere dünne und scharf gebündelte Laserstrahlen auf ein 3D-Objekt projiziert. Das System von Elinvision wird dabei für die Digitalisierung des Objektes über dessen Oberfläche bewegt. Beim 3D-Fußscanner kommen hierbei acht Kameras für den 3D-Oberflächenscan in Verbindung mit vier Laserprojektoren zum Einsatz sowie eine Farbkamera für die Erfassung des farbigen 2D Fußabdruckes.

Die Form des Fußes wird von der Sole über den Spann durch Aufnahme von Bildern aus mehreren Richtungen erfasst. Das Objekt steht dabei auf einer ebenen Glasoberfläche. In der Scaneinheit, die während des Scans über ein lineares Antriebssystem über die gesamte Länge des

Fußes bewegt werden kann, sind die Laserprojektoren sowie die Kameras untergebracht. In der Bewegung werden vier hochpräzise Laserlinien auf den Fuß projiziert, dessen Profil mit äußerst hoher Genauigkeit bei 30 Frames pro Sekunde digitalisiert wird.

### High-Speed Kameras

Die Bildverarbeitung wird durch die Point Grey Firefly MV IEEE 1394a (FireWire) Digitalkameras realisiert. Dabei kommt ein Wide-VGA 1/3-Zoll CMOS Sensor mit globalem Shutter von Micron zum Einsatz. „Wir haben uns vorrangig für die Firefly MV Kameras von Point Grey entschieden, weil diese eine äußerst hohe Qualität sowie eine sehr hohe Geschwindigkeit bieten, dabei jedoch zu einem der günstigsten Preise auf dem Markt erhältlich sind“, so Dr. Rimas Adaškevičius, Project Manager bei Elinvision. „Die extrem kleinen Board-Level-Abmaße der Kameras ermöglichten darüber hinaus auch eine Minimierung von Größe und Gewicht des kompletten Systems.“ Die Kameras streamen simultan 8-bit unkomprimierte Bilddaten im Raw-Format



über das FireWire-Interface an das Hostsystem. Der Host selbst beherbergt drei Point Grey IEEE 1394a 3-Port FireWire-Interface-Karten. So können alle neun Kameras an einem einzigen PC angeschlossen werden. Die Bilderfassung wird direkt und automatisch in den Firefly MV Kameras synchronisiert.

### 3D-Formrekonstruktion

Die vom Hostsystem empfangenen Bilder werden durch eine Software von Elinvision verarbeitet, die einen Cluster mit den geometrischen Messdaten der Oberfläche des Fußes aus acht verschiedenen Richtungen generiert. Durch Auswertung dieser Punktmessung und Meshing werden daraus die weiteren geometrischen Parameter berechnet. Die 3D-Formrekonstruktion wird mittels Korrektur und Kollation des Laserprofils der einzelnen Framesequenzen erzielt. Damit im vollständigen 3D-Modell später keine Details fehlen, wird das Objekt aus mehreren Richtungen digitalisiert. Die so gewonnenen Daten werden dann mittels eines automatischen Überlappungsprozesses zusammengeführt. Die Verarbeitung der Rohdaten sowie die Rekonstruktion des Fußmodells werden alle komplett im Computermodul des Scanners vorgenommen. Im Hostcomputer finden neben der Scannerkontrolle auch die Darstellung eines präzisen Abbildes des Objektes sowie die Darstellung weiterer umfangreicher Messdaten in unterschiedlichen Ansichten statt. Aus all diesen Informationen wird dann ein optimiertes 3D-Modell des Fußes berechnet. Mittels einer CNC-Fräse kann dann ein physikalischer Master des optimierten, finalen 3D-Modells erstellt werden, anhand dessen dann der tatsächliche Schuh bzw. die finale Schuheinlage hergestellt wird.

### 3D-Fußscanner rund um die Welt

In Zusammenarbeit mit Ortho Baltic, einem der größten Hersteller für orthopädische Hilfsmittel in Europa, können maßgeschneiderte und hochgradig personalisierte Schuhe und Einlagen direkt über das Internet geordert werden. Dabei wird lediglich der digitale „Fußabdruck“ per E-Mail an den Hersteller übermittelt, was diese attraktive Technologie zu einem sehr guten

Preis bestens auf einem globalisierten Markt positioniert. „Unsere 3D-Fußscanner sind in orthopädischen Kliniken rund um die Welt zu finden“, sagt Dr. Adaškevičius. „Der Mediziner muss nur das 3D-Modell der Füße seiner Patienten übermitteln und unsere Produktionspartner stellen den orthopädischen Schuh oder die Schuheinlage binnen kürzester Zeit her. Auf diese Art und Weise kommt der Patient in nur wenigen Tagen in den Genuss eines absolut per-

fekt für ihn abgestimmten medizinischen Hilfsmittels.“

► **Autor**  
Michael Gibbons,  
Produkt Manager



► **Kontakt**  
Point Grey Research Inc.,  
Richmond, Kanada  
Tel.: 001/604/242-9937  
Fax: 001/604/242-9938  
sales@ptgrey.com  
www.ptgrey.com



## Die Erfahrung aus weltweit über 7000 Applikationen.

NeuroCheck ist die universelle Lösungsplattform für alle Anwendungsbereiche der Bildverarbeitung in der Fertigung und Qualitätskontrolle. Mehr als 1000 Bibliotheksfunktionen lassen sich per Mausklick beliebig kombinieren. In kürzester Zeit entstehen so effiziente und sichere Lösungen für die gesamte Bandbreite industrieller Sichtprüfungsaufgaben. Ihr Vorteil: Kürzere Realisierungszeiten, unternehmensweite Standardisierung und mehr Sicherheit gegenüber herkömmlicher Programmierung. Hinter NeuroCheck steht ein durchgängig integriertes Konzept, von der Software bis zur kompletten Applikation mit allen Komponenten. **PLUG & WORK!**

Mehr Informationen: [www.neurocheck.com](http://www.neurocheck.com)

NeuroCheck GmbH  
Software Design & Training Center : D-70174 Stuttgart : Tel. +49 711 229 646-30  
Engineering Center : D-71686 Remseck : Tel. +49 7146 8956-0  
E-Mail: [info@neurocheck.com](mailto:info@neurocheck.com)



**6.0** Neue Version  
jetzt verfügbar!

# Die Kraft der Anziehung

## 3D-Objekterfassung und Bewegungssteuerung



Der komplexe Zusammenhang zwischen Bildverarbeitung und Bewegungssteuerung zeigt sich eindrucksvoll an der Flugbahn-Prognose auf der Basis eines stereoskopischen Vision-Systems mit anschließendem Auffangen der Objekte aus dem Flug. Dazu müssen das Erkennungssystem, die Bildverarbeitungs-Software und der Motion-Controller in ein übergeordnetes System eingebunden werden.

Isaac Newton verfasste 1686 die „Philosophiae Naturalis Principia Mathematica“ und begründete damit die klassische theoretische Physik. In diesem Buch schrieb er auch sein Gravitationsgesetz nieder. Newton war damit der Erste, der Bewegungsgesetze formulierte, die sowohl auf der Erde als auch am Himmel gültig sind.

So bestimmt die Gravitation die Planetenbahnen um die Sonne genauso, wie sie bewirkt, dass Gegenstände zu Boden fallen. Mit dem Wurf-Winkel und der Anfangsgeschwindigkeit lässt sich mit Hilfe der Gravitationsgesetze die Flugbahn eines Gegenstandes berechnen. Das kann jetzt auch ein Automatisierungs-System,

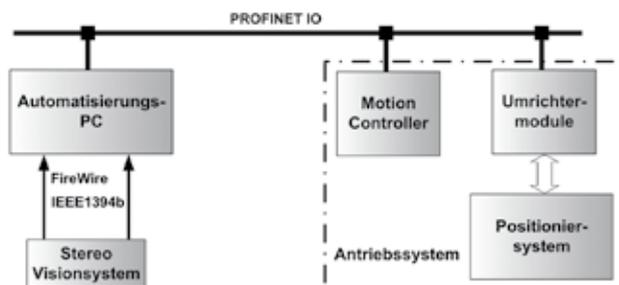
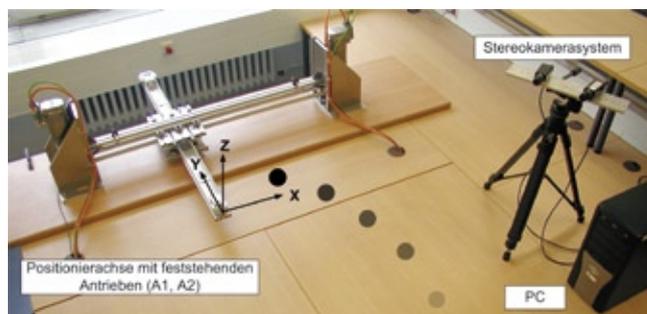
sogar ohne die Anfangswerte zu kennen: Zwei Industrie-Kameras detektieren ein heranfliegendes Objekt, eine Auswertungs-Software identifiziert dessen Flugbahn und berechnet online, an welchem Punkt der Gegenstand auftreffen wird. Daraus bestimmt der PC das Bewegungs-Profil für ein 2-Achs-Positioniersystem, das mit hoher Dynamik den Auftreffpunkt ansteuert und das Objekt abfängt. In der Bildverarbeitung, wie hier für die Gewinnung der räumlichen Flugdaten mittels Kameras, werden häufig eigene Software-Umgebungen verwendet. Diese in ein übergeordnetes System einzubinden, erweist sich oft als schwierig. Abhilfe schafft LabView, eine Programmier-Umgebung von National Instruments. Damit können Ingenieure ihre Bildverarbeitungs-Software bibliotheksnah entwerfen und diese in ein übergeordnetes Automatisierungsprojekt einbinden. Auf diese Weise können Entwickler ein durchgängiges Programmierkonzept umsetzen.

### Bildverarbeitung und Bewegungssteuerung

Das Automatisierungs-System, das die heranfliegenden Objekte erkennt und fängt, ist in einer Versuchsanlage der Fachhochschule Coburg aufgebaut. Die Ingenieure zeigen damit anhand eines einfachen Beispiels die komplexen Zusammenhänge zwischen Bildverarbeitung und Bewegungssteuerung. Denn Anwendungen, in denen die industrielle Bildverarbeitung die Steuerung autonomer Bewegungen übernimmt, finden mehr und mehr Einsatz: in fahrerlosen Transportsystemen, bei Bewegungsüberwachung von Transportarbeiten oder bei kamerageführten Robotersystemen.

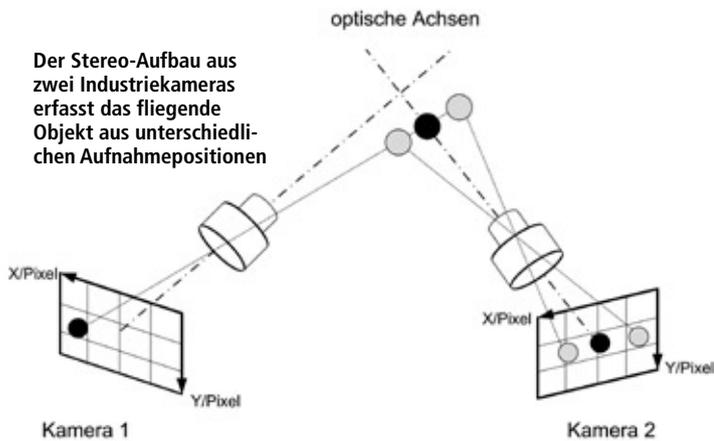
Das stereoskopische Vision-System der Versuchsanlage arbeitet mit zwei Industriekameras, die fortlaufend Bild-daten erfassen. Diese werden mit Hilfe leistungsfähiger Bildverarbeitungs-Algorithmen aus dem Vision Development Module von LabView auf einem Automatisierungs-PC ausgewertet. Daraus wird die weitere Flugbahn präzisiert und die Ziel-Koordinaten der 2-Achsen-Kinematik berechnet. Das Antriebssystem selbst besteht aus Umrichtermodulen und einem Motion Controller, der zwei Servomotoren regelt. Alle Komponenten kommunizieren über Ethernet-Standard Profinet IO miteinander.

Der Versuchsaufbau: Ein 2-Achs-Positioniersystem fängt mittels Bildverarbeitung erkannte fliegende Objekte



Die einzelnen Komponenten des Automatisierungs-Systems kommunizieren über Profinet IO

Der Stereo-Aufbau aus zwei Industriekameras erfasst das fliegende Objekt aus unterschiedlichen Aufnahmepositionen



### Ermittlung der Positionsdaten

Sollen räumliche metrische Positionsdaten durch Bildverarbeitungs-Systeme bestimmt werden, reichen elementare Kalibrier-Methoden nicht mehr aus. Eine Alternative ist die stereoskopische Bildaufnahme, bei der zwei Kameras aus unterschiedlichen Aufnahmepositionen das Objekt erfassen. Die Abbildungsvorgänge werden mathematisch beschrieben, um aus den beiden zu nächst unabhängigen Bild-Datensätzen eine räumliche

Information zu gewinnen. Als Grundlage dient die Beschreibung durch ein Lochkamera-Modell. Die Ausrichtung der beiden Kameras zueinander wird ermittelt, so dass die Daten in einem gemeinsamen Koordinatensystem dargestellt werden können. Die räumliche Position des Objektes ist damit eindeutig.

Bei der praktischen Umsetzung dieses Verfahrens sind mehrere Schritte der Bildverarbeitung notwendig. Zunächst muss das gesuchte Objekt sicher vom Hintergrund

getrennt werden. Eine nachfolgende Partikel-Analyse bestimmt die Koordinaten des Objekt-Schwerpunktes zunächst im jeweiligen Pixel-Koordinatensystem. Schließlich werden die Ergebnisse beider Bildauswertungen in ein gemeinsames räumliches Koordinatensystem transformiert. Dabei stehen die grundlegenden Funktionen der Bildverarbeitung aus dem Vision Development Module zur Verfügung. Auch die zusätzlich erforderlichen Transformationen und Berechnungen realisieren leistungsfähige Funktionen von LabView 8.6 in einem kompakten graphischen Programm. Die mathematisch aufwändige Auswertung der sehr umfangreichen Bilddatensätze ist auf einem PC in wenigen Millisekunden möglich.

### Literatur

- [1] National Instruments: NI Vision Concepts Manual, Texas 2008

- [2] Hornberg, Alexander: Handbook of Machine Vision, Weinheim 2006  
 [3] Jäger, Edgar: Industrial Ethernet. Funktionsweise, Implementierung und Programmierung von Feldgeräten mit netX, Heidelberg 2009

### Autoren

Dipl.-Ing. (FH) Fabian Bäß-Oberhäuser,  
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
 Dipl.-Ing. (FH) Benjamin Kolb,  
 Wissenschaftlicher Mitarbeiter  
 Prof. Dr.-Ing. Peter Schwarz,  
 Messtechnik und Automatisierungstechnik

### Kontakte

Hochschule für angewandte  
 Wissenschaften Fachhochschule  
 Coburg  
 Fakultät Elektrotechnik und  
 Informatik  
 Tel.: 09561/317-446  
 Fax: 09561/317-171  
 schwarz@hs-coburg.de  
 www.hs-coburg.de

National Instruments Germany  
 GmbH, München  
 Tel.: 089/7413130  
 Fax: 089/7146035  
 info.germany@ni.com  
 www.ni.com/germany

# Hellseherin

Die neue **Smart Kamera LSIS 400i** ist ein echtes Highlight in der industriellen Bildverarbeitung.

- **Extrem lichtstarke, homogene Objekt-Beleuchtung**
- **Automatisierte motorische Fokusverstellung**
- **Einfachste Online Bedienung mit webConfig**
- **Einzigartiges Spektrum der Objekterkennung durch spezialisierte BLOBanalyse**

Leuze electronic GmbH + Co. KG – In der Braike 1 – D-73277 Owen  
 www.leuze.de

**SPS/IPC/DRIVES**

Nürnberg, 24.–26. November 2009  
 Halle 7A, Stand 7A-312

 **Leuze electronic**

the sensor people



Standard-Systeme wachsen über sich hinaus: Mit der offenen Schnittstelle UDC für die Einbindung eigener Algorithmen kann der Anlagen-Entwickler die Systeme schneller an neue Applikationen anpassen. Auch Systemintegratoren nutzen die Möglichkeit, Standard-Systeme durch individuelle Erweiterung der Standards an die Applikationserfordernisse und die Kundenwünsche anzupassen und so ihren Kunden einen Mehrwert zu bieten.

# Mit besonderer Note

## Über das Standard-Bildverarbeitungs-System hinaus

Panasonic stellt mit seinen Bildverarbeitungs-Systemen seit über 20 Jahren unter Beweis, dass mit Standard-Systemen viele gebräuchliche Anwendungen umgesetzt werden können. Der Begriff „Standard-System“ meint hierbei Bildverarbeitungs-Systeme, die nicht nur für eine bestimmte Aufgabe optimiert sind, sondern dem Anlagen-Entwickler eine Vielzahl von universell einsetzbaren Algorithmen bieten, die dieser nur noch entsprechend der jeweiligen Aufgabe parametrieren muss. Nach dieser Definition ist auch das von Panasonic entwickelte Bildverarbeitungs-System P400 zunächst einmal ein Standard-System, jedoch eines, das weit über seine ursprüngliche Programmierung hinausgeht.

Die P400-Systeme sind mit mehreren PC-basierenden Controllern unterschiedlicher Leistungsklassen verfügbar, auf denen die Software Vision P400 zum Einsatz kommt. Hard- und Software werden als

Komplett-System vertrieben, so dass alle Komponenten von den bis zu 12 Kameras pro Zentralgerät bis hin zur Software sorgfältig aufeinander abgestimmt sind.

Die zugehörige Bildverarbeitungs-Software Vision P400 bietet umfangreiche Prüfmethode: vom Graukantenfinder über konturbasierten Mustervergleich bis hin zu OCR und Matrix- und Barcodelesen. Die für die jeweilige Anwendung benötigten Prüfelemente werden per Drag-and-Drop in den Kamerabildern platziert.

### Anpassungsfähig

Vision P400 bietet für unterschiedliche Erfordernisse angepasste Schnittstellen, mit denen sich die Grundfunktionalitäten der Software erweitern lassen. Diese Schnittstellen stehen nicht nur Panasonics hauseigener Entwicklungsgruppe zur Verfügung, sondern sind auch für In-

tegratoren mit Erfahrung in Bildverarbeitungsalgorithmik direkt verfügbar.

Bereits seit Jahren bewährt sich die ActiveX-Schnittstelle. Mit ihr können viele Aufgaben bewältigt werden, die sich unter dem Begriff „Sonderschnittstellen“ zusammenfassen lassen. Dies können Implementierungen exotischer Roboterprotokolle sein oder auch das automatische Versenden von E-Mails in Abhängigkeit von den Prüfergebnissen. Dem Werker vor Ort können angepasste Benutzeroberflächen geboten werden, z.B. in Anlehnung an von anderen Anlagen teilen bereits vertrauten Oberflächen, mit beliebigen Landessprachen oder zum Zweck der Corporate Identity. So arbeitet im Inneren von vielen Prüfanlagen ein P400, ohne dass man es von außen erkennt. Die ActiveX-Schnittstelle ist ein universelles Interface, das mit praktisch allen Programmiersprachen verwendet werden kann.

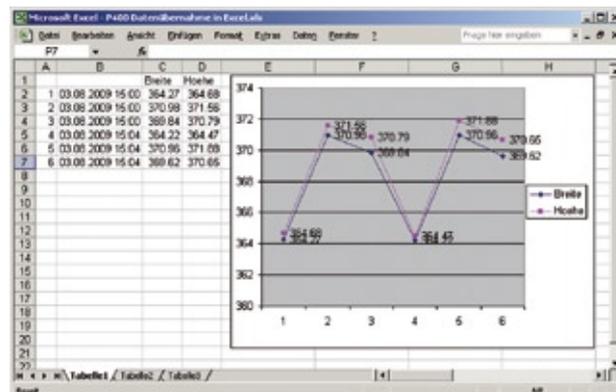
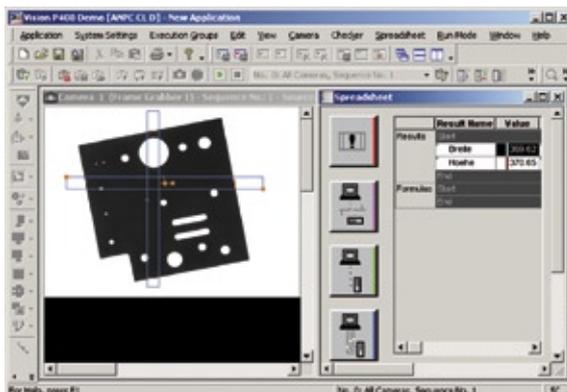


Abb. 1: Die von dem Bildverarbeitungs-System Vision P400 ermittelten Messwerte werden direkt in die Excel-Tabelle eingefügt

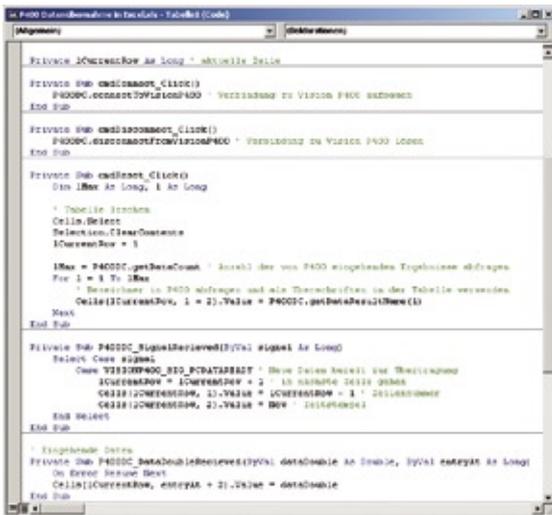


Abb. 2: Der notwendige Code, um sich die Messwerte direkt in Excel anzeigen zu lassen

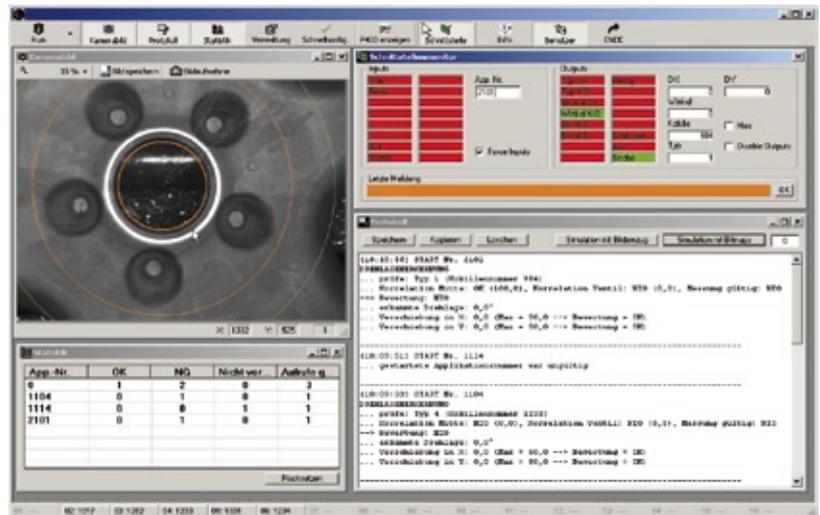


Abb. 3: Die spezielle Benutzeroberfläche vermittelt dem Werker auf einen Blick die wichtigsten Daten des laufenden Produktions-Prozesses

## Offene Schnittstelle mit UDC

Relativ neu ist die Möglichkeit, auch eigene Prüfalgorithmen für Vision P400 erstellen zu können. Diese „User Defined Checker“ (UDC) wurden im vergangenen Jahr mit dem Ziel entwickelt, schnell spezialisierte Prüfalgorithmen einsetzen zu können, ohne diese direkt in Vision P400 implementieren und pflegen zu müssen. Dies sollte vorrangig die Arbeit der eigenen Entwicklungsgruppe für das „Customizing“ erleichtern. Schnell hat sich aber unter Systemintegratoren ein großes Interesse an einer auch für sie offenen Schnittstelle gezeigt. Mit dieser können nun mit überschaubarem Aufwand spezielle Prüfelemente geschaffen werden, die sich praktisch nahtlos in die P400-Oberfläche integrieren. Die gesamte Hardware und alle standardmäßigen Möglichkeiten der Software, die wichtige Funktionen wie die Bildaufnahme und die Schnittstellenausgabe steuert, können ohne neue Systemtests direkt beibehalten werden. Dies ist ein wichtiger Faktor zur Kostenersparnis. Schon während der Entwicklung der User Defined Checker wurden mehrere Spezialanwendungen erfolgreich mit P400 gelöst, für die sonst kostspieligere Software-Lösungen notwendig geworden wären. Für versierte Integratoren stellen die Checker DLLs also universelle und hochinteressante Möglichkeiten bereit.

Auch von Seiten der Hardware sind Anpassungen möglich. Dies bezieht sich vor allem auf die Anbindung von Kamertypen, die nicht zum Standard-Lieferprogramm von Panasonic gehören. Die Standardtypen sind gleichwohl erste Wahl, weil auch die Kameras im Zusammenspiel mit Hard- und Software um-

fänglich getestet werden. Aber Sonderanwendungen, die z.B. Thermobilder, Röntgenbilder oder Auflösungen über fünf Megapixel hinaus verlangen, können so gelöst werden. Auch die ersten mit P400 eingesetzten Zeilenkameras wurden im Rahmen einer Sonderentwicklung eingebunden.

## Beispiele aus der Praxis

Anhand einiger Codezeilen lässt sich zeigen, wie leicht die ActiveX-Schnittstelle eingesetzt werden kann. Vision P400 installiert ein sog. ActiveX-Steuer-Element. Dieses kann über VBA und Macros beispielsweise in MS-Excel verwendet werden. So kann Excel nun Bildverarbeitung betreiben. Abbildung 1 zeigt eine Anwendung aus der Praxis: An einem Handmessplatz zur statistischen Prozesskontrolle soll von jedem mit P400 vermessenen Teil das Messprotokoll mit allen Werten gedruckt und gespeichert werden. Das Protokoll kann in Excel beliebig und ISO-konform formatiert und als Vorlage gespeichert werden. Auf Knopfdruck startet die Bildverarbeitung und die von Vision P400 ermittelten Messwerte werden über ein einfaches VBA-Macro direkt in die Tabelle eingefügt. Sofort werden Statistiken, Verlaufgraphen, etc. angezeigt. Anschließend wird das Dokument an den angeschlossenen Drucker gesendet und abgespeichert.

Umgekehrt können über das ActiveX-Steurelement auch viele Parameter von Vision P400 gesetzt werden. So kann das Nutzerprogramm beispielsweise Applikations-Dateien laden, die Bilddaten empfangen, Prüfelemente verschieben und Grenzwerte abfragen oder setzen. So sind auch umfangreichere Bildver-

arbeitungsaufgaben relativ einfach mit eigenen, für den Werker vor Ort optimierten Benutzeroberflächen zu versehen. Abbildung 3 zeigt eine Applikation zur Unterscheidung von Gussteilen.

## Fazit

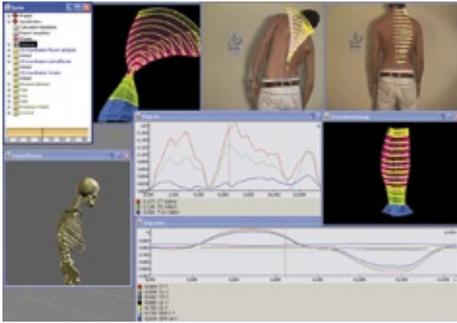
Panasonic versteht sich nicht nur als Lieferant von Komponenten, sondern bietet auch komplette Lösungen an. Im Bereich der industriellen Bildverarbeitung erarbeitet eine eigene Entwicklungsgruppe individuelle Sonderentwicklungen auf Basis der hauseigenen Hard- und Software. Die in Vision P400 integrierten Erweiterungsmöglichkeiten sind als „Lösung zur Lösung“ den Bedürfnissen der industriellen Praxis gefolgt. Neu ist, dass auch Systemintegratoren die Schnittstelle zwischen Standardsystem und individueller Programmierung nutzen und dadurch ihren Kunden kostengünstig einen deutlichen Mehrwert anbieten können.

► **Autor**  
Dipl.-Ing. Christoph Kunz,  
Senior Engineer Machine Vision,  
Software Development,  
Automation Control Devices  
Engineering, Technical Division,  
Panasonic Electric Works  
Europe AG



► **Kontakt**  
Panasonic Electric Works Deutschland GmbH,  
Holzkirchen  
Tel.: 08024/648-0  
Fax: 08024/648-555  
info-de@eu.pewg.panasonic.com  
www.panasonic-electric-works.de

### Erleichtert orthopädische Diagnosen



Mit Hilfe von Pike Hochgeschwindigkeitskameras und der SIMI Motion Software erforschen Ärzte und Wissenschaftler Störungen des Bewegungsapparats und bieten Patienten schon heute Therapien an, die genau auf ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnitten sind.

SIMI Reality Motion Systems bietet innovative Software- und Systemlösungen für Motion Capture Applikationen und arbeitet nicht nur mit Animationsstudios zusammen, sondern auch mit Leistungssportlern, Forschern und medizinischen Einrichtungen, die präzise Tools zur Auswertung von Bewegungsabläufen brauchen. So entwickelte SIMI mit SIMI Motion ein System, mit dem sich im Rahmen einer orthopädischen oder neurologischen Diagnose bzw. Behandlung die Bewegungsabläufe des Patienten genau auswerten lassen.

Allied Vision Technologies GmbH

Tel.: 036428/677-0 · info@alliedvisiontec.com · www.alliedvisiontec.com

### Hochauflösende Vision-Sensoren

Cognex erweitert seine preisgekrönte Linie der Checker Vision-Sensoren um zwei neue, hochauflösende Modelle. Der neue Checker 3G7 verfügt über eine Auflösung von 752 x 480 Pixel zum besseren Prüfen kleiner Merkmale und ist mit einer ultrahellen, weißen LED-Beleuchtung ausgestattet, die einen optimalen Bildkontrast gewährleistet. Der Checker 3G7 kann entweder als Anwesenheits- oder als Messsensor konfiguriert werden und bis zu 800 Teile pro Minute erfassen und prüfen. Bei allen Checker 3G-Modellen erfolgt das Setup ohne PC und mithilfe des SensorView Teach Pendants und des One-Click Setups ist die Konfiguration in nur wenigen Minuten abgeschlossen.



Der neue Checker 272 verfügt über die gleiche Auflösung und Beleuchtung wie das 3G7-Modell, plus Ladder Logic Editor, encoderbasierter Teileverfolgung und zusätzlicher I/O. Der Checker 272 ist sowohl mit Anwesenheits- als auch mit Messsensoren ausgestattet.

Cognex Germany, Inc.

Tel.: 0721/6639-0 · support@cognex.com · www.cognex.com

### Schneider Kreuznach mit neuer Fertigungstechnik

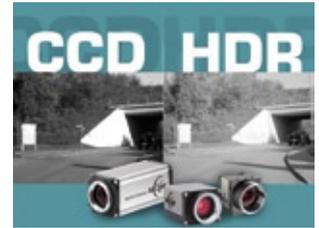
Neue, aufwändige Fertigungsprozesse bei Schneider-Kreuznach reduzieren Toleranzen und ermöglichen erstmals eine echte Objektauflösung von 2 µm. Dadurch erreicht das neue Spezialobjektiv Micro-Symmar 2,8/50 eine überragend homogene Abbildungsleistung über das gesamte Bildfeld. Das Objektiv ist für eine 3,5-fache Vergrößerung optimiert und besitzt einen Bildkreis von 60 mm. Die bewährte V-Schnittstelle garantiert die Adaption an eine Vielzahl von Kamerasystemen. Die gesamte Konstruktion ist auf die hohen Belastungen einer typischen Industrieanwendung ausgelegt. Das sorgt für dauerhaft sicheren Einsatz und eine hohe Lebensdauer. Die hohe Lichtstärke von f/2,8 ermöglicht kurze Belichtungszeiten und die kurze Brennweite von 50 mm erlaubt einen kompakten Systemaufbau für die typischen Einsatzgebiete in Flachbahnspektion und Mikro-Messtechnik.

Jos. Schneider Optische Werke GmbH · Tel.: 0671/601-0

sales@schneiderkreuznach.com · www.schneiderkreuznach.com

### GigE- und USB-Industriekameras mit neuem HDR-Sensor

Der schwäbische Kamerahersteller IDS erweitert seine USB- und GigE- Industriekamerafamilien um Modelle mit einem neu entwickelten HDR-Sensor. Die echte logarithmischen Kennlinie des monochromen Sensors erlaubt es, Bilder mit extrem hohen Kontrasten und einem Dynamikumfang von über 120 dB aufzunehmen – das entspricht ungefähr dem 1.000-fachen Wert herkömmlicher CCD-Sensoren. Das Bildrauschen ist dabei deutlich geringer als bei den bisher üblichen HDR-Technologien. So lassen sich z.B. mit einer GigE-Kamera der µEye HE-Serie die vollen 12 Bit Farbtiefe auslesen und verarbeiten. Bei einer Auflösung von 768 x 576 Pixeln nimmt der 1/1.8" große FX4 HDR-Sensor bis zu 50 Bilder pro Sekunde auf. Die HDR-Kameras eröffnen damit interessante Perspektiven für alle Anwendungen, bei denen große Helligkeitsunterschiede herrschen, wie z.B. im Bereich der Verkehrsüberwachung oder beim industriellen Schweißen.



IDS Imaging Development Systems GmbH

Tel.: 07134/96196-0 · info@ids-imaging.de · www.ids-imaging.de

### Neue Kamerafamilie mit GigE-Schnittstelle

SVS-Vistek präsentiert mit der SLC-Familie eine neue Modellreihe von Kameras, die besonders für Applikationen mit beengten Platzverhältnissen geeignet ist. Es sind drei 1 und 2 Megapixel Kameramodelle mit drei unterschiedlichen Auflösungen erhältlich: slc1020 (1.024 x 1.024 Pixel), slc2050 (1.600 x 1.200 Pixel) und slc2150 (1.920 x 1.080 [HD Format]) Pixel. Die Kameras sind so gebaut, dass sie hohe Bildraten bei einem exzellenten Signal-Rausch-Verhältnis erzielen und haben eine kompakte Bauform. Die optische Achse befindet sich im rechten Winkel zum Hauptteil des Gehäuses und ermöglicht somit einen 90°-Blickwinkel. Aus diesem Grund sind die Sensoren in einem Periskop-ähnlichem Gehäuse. Die Kameras verfügen über die neuesten XX50-Sensoren von Kodak mit einer Pixelgröße von 5.5 µm und haben verbesserte „Smear“ und Empfindlichkeitseigenschaften im Vergleich zu Vorgängermodellen.



SVS-Vistek GmbH

Tel.: 08152/9985-0 · info@svsvistek.com · www.svsvistek.de

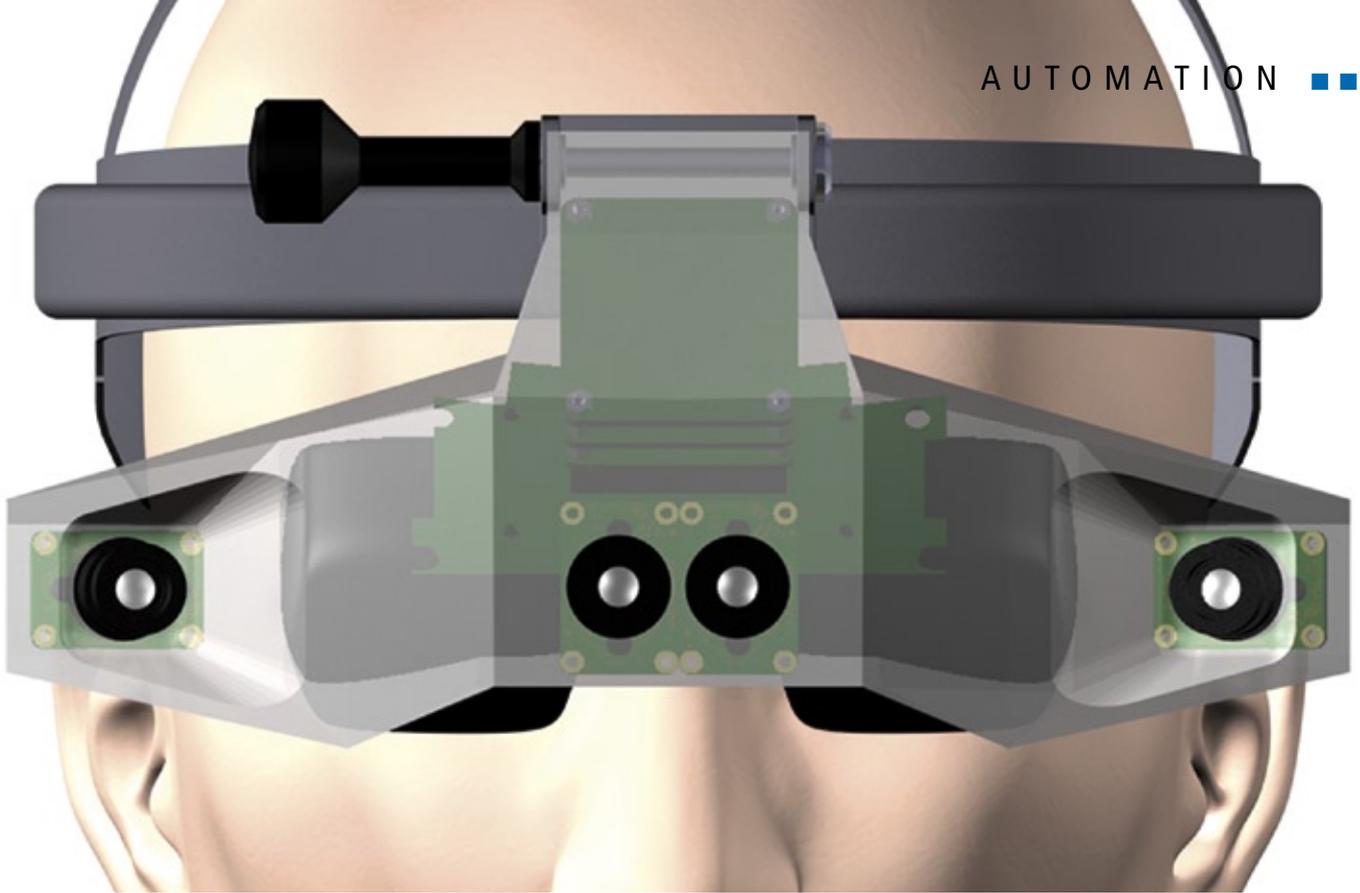
### Kompakte Gigabit Ethernet Kamera

Matrix Vision präsentiert das neueste Mitglied der Gigabit Ethernet Kamera-Serie: mvBlueCougar-X. Hinsichtlich Features und Design steckt die Kamera voller Extras. Beispielsweise ist das sehr kompakte und hochwertige Gehäuse industriegerecht verwendbar und bietet verriegelbare Anschlussmöglichkeiten. Die mvBlueCougar-X-Serie wird über eine breite Palette an hochempfindlichen CCD-/CMOS-Farb- und Grauwert-Sensoren viele Applikationen abdecken. Als Objektive werden sowohl C-Mount, CS-Mount als auch S-Mount unterstützt. Die Kamera-Serie besitzt einen 14 Bit Analog-digital-Wandler für höchste Dynamik und ein hohes Signal-Rausch-Verhältnis. Mit dem 32 MB großen Kameraspeicher ist es möglich, Bilder oder Bild-Sequenzen aufzunehmen und die Übertragung von der Aufnahme zu entkoppeln.



Matrix Vision GmbH

Tel.: 07191/9432-0 · info@matrix-vision.de · www.matrix-vision.de



# Augmented Reality statt Augentropfen

## Optisches Tracking in der Datenbrille eines medizinischen Trainings-Simulators

„Schauen Sie nach oben. Schauen Sie nach oben links. Schauen Sie nach links. ...“ Der Arzt trägt an einem Stirnband eine Lichtquelle und ein Binokular und schaut mit einer Lupe durch die Pupille, um den Augenhintergrund zu untersuchen. Jeder, der schon einmal beim Augenarzt war, kennt diese Untersuchung. Häufig wird dazu die Pupille durch Tropfen künstlich erweitert, weshalb die Augen noch Stunden später unangenehm lichtempfindlich sind.

Die Augenspiegelung, die sog. Ophthalmoskopie, ist eine Routineuntersuchung bei niedergelassenen Augenärzten. Auch von Allgemeinmedizinern wird die Untersuchung des Augenhintergrundes zur Diagnose hinzugezogen, z.B. um erhöhten Blutdruck festzustellen. Ophthalmoskopieren zu lernen ist deshalb Bestandteil jedes Medizinstudiums. Die Handhabung des Augenspiegels und die richtige Positionierung der Lupe erfordern sehr viel Übung. Zunächst muss der Arzt die richtige Sichtlinie zur Pupille finden, dann das Vergrößerungsglas im richtigen Abstand zwischen sich und den Patienten führen. Erschwerend steht das erzeugte Bild auf dem Kopf und ist seitenverkehrt, so dass die Bewegung der Lupe kontra-intuitiv erfolgen muss.

In Zusammenarbeit mit der Augenklinik der Goethe-Universität Frankfurt/Main und dem Lehrstuhl für Informatik V der Universität Heidelberg hat die Mannheimer Firma VRmagic nun einen Aug-

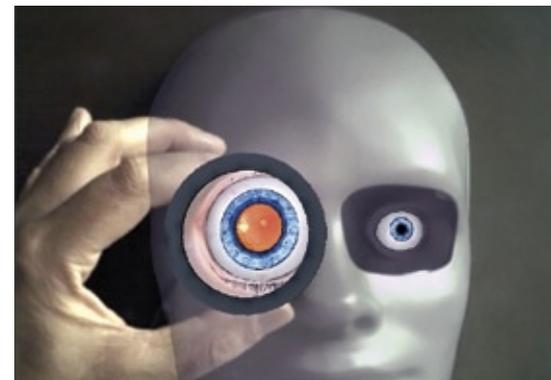
mented-Reality-Simulator entwickelt, mit dem angehende Ärzte sowohl die Handhabung des Ophthalmoskops als auch die Diagnose von Netzhautveränderungen trainieren können. Augmented Reality – auf Deutsch Erweiterte Realität – bedeutet, dass computergenerierte Bilder in Echtzeit in reale Szenen eingefügt werden. Für den Anwender ist dabei der Unterschied zwischen realer und virtueller Bildebene kaum wahrnehmbar.

Der von VRmagic entwickelte Simulator besteht aus einer Datenbrille – dem sog. Head-Mounted-Display –, einem Patienten-Modellkopf, einer frei beweglichen Lupe und einem PC mit Touchscreen zur Steuerung des Systems. Der Nutzer sieht durch die Datenbrille das reale Echtzeit-Videobild mit dem Modellkopf und der handgeführten Lupe. Zusätzlich sind auf der Lupe die virtuellen Bilder des jeweils sichtbaren Ausschnitts des Augeninnenraums abgebildet. „Der Simulator sollte dem echten Ophthalmos-

kop in Handhabung und Visualisierung so ähnlich wie möglich sein“, sagt Clemens Wagner, Entwicklungsleiter Virtual Reality bei VRmagic. „Eine besondere Herausforderung bei der technischen Umsetzung war das Tracking der frei beweglichen Objekte. Durch den Vergrößerungseffekt der Lupe waren hier die Anforderungen an die Genauigkeit sehr hoch.“

### Multisensor-Kamera für optisches Tracking

Damit der von der Position der Lupe abhängige Ausschnitt des Augenhinter-



Die Augmented-Reality-Bilder für linkes und rechtes Auge werden auf zwei getrennt angesteuerte OLEDs gegeben



Mit einer Datenbrille und einem Modellkopf können Ärzte die Untersuchung der Netzhaut wie bei einem echten Ophthalmoskop trainieren

grunds in Echtzeit simuliert werden kann und für den Betrachter der Effekt des „Verschmelzens“ der realen und virtuellen Bildebenen entsteht, müssen verschiedene Bedingungen erfüllt sein. Grundvoraussetzung ist ein optisches Tracking der frei geführten Lupe, das einerseits äußerst genau, andererseits robust bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen funktioniert. Für die Bildwiedergabe sind leistungsstarke Raytracing-Algorithmen und hochauflösende Stereo-Displays nötig. Das Gesamtsystem muss die anfallenden komplexen Datenmengen mit einer Latenz von deutlich unter 100 Millisekunden verarbeiten, damit Anwender den Unterschied zwischen realer Umgebung und Simulation nicht wahrnehmen und es zu dem sogenannten Immersions-Effekt kommt.

Für die technische Umsetzung entwickelte VRmagic eine Multisensor-FPGA-Kamera mit vier pixelsynchronen Sensoren mit einer Auflösung von jeweils 752 x 480 Pixeln (W-VGA). Auf dieser Kamera werden zwei Bildverarbeitungswege kombiniert: das 3D-Objektracking durch zwei Sensoren, die die Position von Lupe und Modellkopf verfolgen, und eine Stereo-See-Through-Video-Kamera. Ausgegeben wird nur ein USB-Signal. „Die Integration der vier Sensoren in einer Kamera ermöglicht eine kompaktere Bauform, eine bessere Synchronisation der Komponenten und die Minimierung der Latenz“ erläutert Wagner.

### FPGA-Tracking-Kameras

Die zwei Tracking-Kameras sind möglichst weit von einander entfernt angeordnet, damit aus den 2D-Kamerabildern eine robuste 3D-Rekonstruktion erfolgen kann. Als Tracking-Marker dienen Infrarot-LEDs: An der handgeführten Lupe befinden sich drei LEDs, anhand derer Lage und Ausrichtung rekonstruiert wer-

den können. Am Modellkopf werden mehrere Marker eingesetzt, um Verschattungen zu kompensieren. Die LED-Marker sind über den Strobe-Ausgang mit den Kameras synchronisiert. Durch einen IR-Low-Pass-Filter zeichnen die Kameras nur die niedrigen Frequenzen der IR Marker auf. Auf dem FPGA-Chip der Kameras findet bereits eine Vorverarbeitung der Bilddaten statt: Binarisierung, Entfernen von Störungen durch einen Erosionsfilter und verlustfreie Datenkompression durch Run Length Encoding (RLE). Der dadurch deutlich komprimierte Datenstrom wird an den PC weitergeleitet. Hier erfolgt dann eine Blobsegmentierung, das Markermatching, die Triangulation und Objektrekonstruktion.

### See-Trough-Stereokamera

Die See-Through-Stereo-Kamera besteht aus zwei einfachen Farbsensoren, die das aufgenommene Bild an einen PC weiterleiten, wo es als Hintergrundtextur in das Augmented-Reality-Bild gerendert wird. IR-Cut-Filter filtern die Infrarotanteile der Umgebung und der Tracking-Marker aus dem Bild, damit eine saubere Farbdarstellung gewährleistet ist. Da die Tracking-Kameras eine kurze, die See-Through-Kameras aber eine lange Belichtungszeit benötigen, sorgt ein interner Trigger dafür, dass alle Kameras taktisynchron mit der Belichtung beginnen. Die Koordination der Bilddaten findet auf dem FPGA der smarten Kameras statt. Zur Verfügung steht dazu ein 256 MB Ringbuffer.

### Echtzeit Raytracing

Spätestens alle 16 Millisekunden wertet die Multisensor-Kamera ein neues Bild aus. Um die Latenz des Kamerasystems zu minimieren, werden im Betriebsmode „Low Latency“ nur Pakete von vier Bil-

dern gleichzeitig angenommen. Kommt es bei einem Sensor zu einem sog. Frame-drop, dem Fehlen eines Bildes, werden auch die Bilder der anderen drei Sensoren verworfen und erst das nächste vollständige Viererpaket weiterverarbeitet.

Die Videobilder der Stereo-See-Through-Kamera fließen als Hintergrundtextur in eine OpenGL-Grafik ein. In einem zweiten Schritt werden ein Bild des Modellkopfs und der Lupe eingesetzt und schließlich das simulierte Bild des sichtbaren Augenausschnittes auf der Lupe gerendert. Da mit Lupe, Augenhornhaut und Augenlinse gleich mehrere optische Brechungen simuliert werden müssen, entwickelte VRmagic für die Computergrafik ein eigenes Echtzeit-Raytracing-Verfahren. Das Rendering erfolgt auf der Grafikkarte. Die erreichte Bildwiederholungsrate liegt zurzeit bei 35 Hz und soll künftig auf 60 Hz erhöht werden.

### Visualisierung

Die berechneten Augmented-Reality-Bilder für linkes und rechtes Auge werden auf zwei getrennt angesteuerte Mikrodisplays in der Datenbrille gegeben. Verwendet werden OLEDs von eMagin mit einer Auflösung von je 800 x 600 Pixeln (S-VGA). Eine Prismenoptik vergrößert das Bild. So erhalten Mediziner den dreidimensionalen Bildeindruck, den sie vom realen Ophthalmoskop gewohnt sind.

„Der Immersions-Effekt ist faszinierend“, äußert sich Wagner zufrieden über das Endprodukt. „Die Mischung von echten und virtuellen Bildern ist so überzeugend, dass unsere Wahrnehmung sie vorbehaltlos akzeptiert!“

Das von VRmagic entwickelte Augmented-Reality-Interface ist eine Technologie-Plattform, die für unterschiedlichste Anwendungen in Industrie und Wissenschaft geeignet ist. Auch die Multisensor-FPGA-Kamera ist als OEM-Komponente erhältlich. Damit sind pixelsynchrone Aufnahmen aus mehreren Positionen möglich, wie es bei 3D-Rekonstruktionen von bewegten Objekten erforderlich ist.

► **Autorin**  
Dipl.-Ing. (FH)  
Meike Hummerich, Leitung PR



► **Kontakt**  
VRmagic GmbH, Mannheim  
Tel.: 0621/400416-20  
Fax: 0621/400416-99  
info.imaging@vrmagic.com  
www.imaging-vrmagic.de

# Moderne Krieger

## Echtzeit-3D-Bildverarbeitung für Roboter in gefährlichen Einsätzen

Roboter erweisen sich als schnell, effizient und zuverlässig bei der Ausführung gefährlicher Einsätze für Militärpersonal und Ersthelfer. Autonome und teilautonome Roboter werden für Missionen eingesetzt wie die Entsorgung von Kampfmitteln, Gefahrgutortung, Streckenräumung, Strukturkartierung (Untersuchung von Gebäuden auf Gefahren), Aufspüren von Personen und Personen-Überwachung sowie Langzeitüberwachung (manchmal auch „Persistent Stare“ genannt).

Roboter zeigen, dass sie für diese Arbeiten sehr gut geeignet sind. Das US-Militär ist der Ansicht, dass Roboter Sprengbomben am Straßenrand fünf mal schneller und mit größerer Genauigkeit erkennen und entschärfen als Menschen dies können.

### Voraussetzung Echtzeit-Bildverarbeitung

Um diese Aufgaben effektiv bewältigen zu können, müssen Roboter in der Lage sein zu erkennen, was sich vor ihnen befindet und auf dieser Basis intelligente Entscheidungen über ihre Umgebung treffen. Visuelle Fähigkeiten sind erforderlich für die Umfelderkennung, Objekterkennung und Kollisionsvermeidung, das Aufspüren von Personen und deren Verfolgung.

Roboter mit Echtzeit-Bildverarbeitung auszustatten ist eine Herausforderung. Der Roboter benötigt ein Sichtsystem, das schnell sein muss, über Kameras mit hohem Auflösungsvermögen verfügt, gleichzeitig robust und leicht und kompakt sein muss und einen niedrigen Strombedarf hat sowie passiv ist in der Hinsicht, dass es

keine leicht ortbaren Signale sendet.

Die Erfassung und Ermittlung der Entfernung zwischen dem Roboter und einer Person, einem Objekt oder der Beschaffenheit des Geländes ist von entscheidender Bedeutung für alle drei Anforderungs-Kategorien: Umfelderkennung, Objekterkennung und Personenüberwachung. Der Roboter benötigt den Echtzeit-Zugriff auf diese räumlichen Daten, und dies bei allen Lichtverhältnissen.

### TYZX 3D Bildverarbeitungssystem

Das TYZX G2 Embedded Vision System (EVS) ist ein kleines integriertes Bildverarbeitungssystem mit niedrigem Stromverbrauch, das eine leistungsstarke visuelle Analyse bei bis zu 30 fps in variablen Lichtverhältnissen liefert. Das G2 EVS arbeitet je nach Bedarf mit Auflösungen von wenigen Zentimetern oder gar Millimetern. Es hat Platz auf kleinstem Raum und verbraucht weniger als 15 Watt Strom.

Mit modernen 3D-Berechnungen in Silizium gibt das G2 EVS Robotern präzise Echtzeit-Entfernungsdaten in allen drei Dimensionen. TYZXs Projection-Space-Funktionen vereinfachen die Umwandlung von Punktwolken in effiziente geometrische 2D- oder 3D-Repräsentationen und ermitteln schnell die gesuchten Objekte in einer Szene.

### TYZX und iRobot

Die iRobot Corporation hat das TYZX G2 EVS für mehrere militärische Roboter-Forschungsprojekte ausgewählt, die Echtzeit-Bildverarbeitung und Tiefenwahrnehmung erfordern. iRobot konnte das TYZX G2 EVS in seine PackBot- und

Ein iRobot PackBot konfiguriert mit einem TYZX G2 Bildverarbeitungssystem für die Umfelderkennung, Objekterkennung und Kollisionsvermeidung



Warrior-Plattformen integrieren: robuste, taktische, mobile Roboter, die für gefährliche Such-, Erkundungs- und Bombenentschärfungseinsätze entwickelt wurden und dabei Truppen aus der Schusslinie halten.

### Mit TYZX EVS sind iRobot Militär-Roboter in der Lage, folgendes zu erreichen:

Verbesserte Umfelderkennung mittels 3D-Visualisierung – 3D-Bildverarbeitung bietet Tiefenwahrnehmung und eine detailliertere Ansicht des Umfeldes.

Die Fähigkeit zum Aufspüren von Personen und deren Verfolgung – mit dem TYZX-System zur Personenerkennung entwickeln iRobot-Forscher fortschrittliche autonome Navigationsalgorithmen und demonstrieren die Möglichkeit, Personen zu verfolgen.

Die Fähigkeit zur Erkennung und Vermeidung von Hindernissen für größere Autonomie – die TYZX G2-Technologie hat es dem iRobot SEER-Aufsatz für seine PackBot- und Warrior-Plattformen ermöglicht, autonome Objekterkennung und Kollisionsvermeidung für komplexe vertikale Strukturen zu unterstützen.

Tom Wagner, Vice President und Technical Director bei iRobot, erklärte: „Das TYZX G2 EVS macht es unseren Robotern möglich, ihre Umwelt zu erfassen und auszuwerten. Die Fähigkeit des G2 zum Onboard-Processing sowie das Fehlen von beweglichen Teilen macht es zu einem geeigneten Sensor für unsere PackBot- und Warrior-Plattformen. Unsere Roboter werden in komplexem Gelände eingesetzt und das G2-System bietet die Sensordaten, die wir brauchen, um unseren Plattformen das Ausführen anspruchsvoller Aufgaben zu ermöglichen.“

Das Beispiel von iRobot zeigt die Wirksamkeit der TYZX-Methode zur Echtzeit-3D-Bildverarbeitung für Roboter bei gefährlichen Einsätzen.



Zwei Varianten des TYZX Deep-Sea G2 Embedded Vision Systems

#### ► Kontakt

TYZX, Inc., Menlo Park, CA, USA  
Tel.: 001/650/282-4500  
Fax: 001/650/618-1510  
sales@tyzx.com  
www.tyzx.com



# Quer durch Sibirien

## 3D-OCR garantiert Rückverfolgbarkeit von Eisenbahnradern

Das Schienensystem der transsibirischen Eisenbahn ist die Hauptverkehrsachse Russlands. Die Strecke ist mit 9.288 km die längste durchgehende Eisenbahnverbindung der Welt und verbindet Moskau mit Wladiwostok, einer Stadt am Pazifik. Ursprünglich wurde die transsibirische Eisenbahn für den Güterverkehr gebaut, heute vermittelt sie vor allem westlichen Touristen ein Gefühl von Romantik, Abenteuer und unendlicher Weite. Jeden zweiten Tag verlässt der „Zug Nr. 2“ den Moskauer Bahnhof und durchquert auf seiner Strecke auch den Dauerfrostboden Sibiriens. Dort können Minus-Temperaturen von bis zu  $-62^{\circ}\text{C}$  auftreten. Damit der „Zug Nr. 2“ diesen Belastungen stand hält, müssen die Eisenbahnräder strenge Sicherheitskriterien erfüllen. Dazu ist die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Eisenbahnrades vom ersten bis zum letzten Bearbeitungsschritt im gesamten Fertigungsprozess zwingend erforderlich. Jedes Eisenbahnrad wird mit einer sechsstelligen Nummer im rotglühenden Rohzustand an der Seitenflanke des Rades geprägt. Diese wird vor der ersten spanenden Bearbeitung gelesen und mit den Produktionsdaten im gesamten weiteren Prozess verknüpft. Dabei erschweren die verzünderte Oberfläche der Räder und das tropfende Kühlmittel den Lesevorgang. Auch die große Schwankungs-Bandbreite der Zeichenprägung führt zu entsprechenden Variationen in Form und Größe. Idealerweise sind die Zeichen bei einer Prägertiefe von bis zu 7 mm  $12 \times 6$  mm groß. Der Durchmesser der Räder variiert von 0,7–1,3 m. Die Zeichen müssen auf dem gesamten Umfang der Seitenflanke gesucht werden, typ-abhängig jeweils auf dem entsprechenden Radius.

### Prozesssicherer Lese-Zyklus mit 3D-OCR

Da die Zeichen-Kontrastierung zu stark schwankt, ist eine prozesssichere Lösung mit den klassischen 2D-Verfahren nicht möglich. Auch mit aufwändigen Beleuchtungsansätzen und Software-Tools konnte kein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden. Eine 3D-Laser-Triangulationskamera erreicht dagegen die im Prozess notwendige Lese-Sicherheit. Ein Linienlaser und eine schnelle 3D-Kamera sind in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet und tasten so die Oberfläche des Eisenbahnrades ab. Die lokale Ablenkung des Laserstrahles auf der Oberfläche ist ein Maß für die Höhe bzw. Tiefe an der entsprechenden Position. Die Kamera bestimmt die Position des Laserstrahles in jedem einzelnen Bild und liefert direkt die Höhendaten als 3D-Daten zur weiteren Auswertung. Um den gesamten Umfang des Eisenbahnrades abzutasten, wird entweder die Kamera oder das Rad gedreht. Ein Taumeln des Eisenbahnrades von  $\pm 10$  mm während der Drehung darf dabei zu keiner Beeinträchtigung des Leseergebnisses führen.

Die unterschiedlichen Raddurchmesser erfordern die Installation der 3D-Kamera auf einer Linearachse, die typspezifisch von der Lesestation auf den richtigen Radius gefahren wird, bevor der Lesevorgang startet. Die 3D-Kamera nimmt bei einer Bildrate von 4 kHz bis zu 40.000 Bilder pro Radumdrehung auf. Aus diesen 3D-Rohdaten werden dann die relevanten Bereiche mit möglichen Zeichen auf dem gesamten Umfang gesucht. Anschließend erfolgt in diesen Regionen mittels adaptiver Methoden die Segmentierung der einzelnen Zeichen, also die Trennung der Zeichenmerkmale vom Hintergrund.

### Lesen mit Fuzzy-Algorithmen

Im nächsten Schritt wird jedem segmentierten Zeichenbereich mit statistischen Verfahren und Fuzzy Algorithmen das entsprechende Zeichen mit der besten Übereinstimmung aus dem gelernten



Die eingepprägten Zeichen auf dem Eisenbahnrad dienen der Rückverfolgbarkeit

Schnee und der Dauerfrostboden Sibiriens stellen hohe Ansprüche an die Qualität der Räder der russischen Eisenbahn. Sicherheitsvorschriften fordern die Rückverfolgbarkeit jedes einzelnen Eisenbahnrades. Dazu muss eine aufgeprägten sechsstelligen Nummer zu jeder Zeit prozesssicher gelesen werden. Das übernehmen 3D-Lesestationen mit Laser-Triangulationskameras.



Ein Linienlaser und eine 3D-Kamera sind in einem bestimmten Winkel zueinander angeordnet und inspizieren mittels Lasertriangulations-Verfahren die Oberfläche

Zeichensatz zugeordnet. Die Übertragung des Gesamtergebnisses über Profibus DP an die Steuerung schließt den Lesezyklus ab. Die Zykluszeit wird durch die Zeit für die 3D-Bildgewinnung bestimmt, das Lesen der Zeichen selbst bleibt unter einer Sekunde.

Um die große Bandbreite der Variationen eines Zeichens erfassen zu können, wird beim Lernen des Zeichensatzes bereits ein statistisches Verfahren angewendet, welches die Gemeinsamkeiten eines Zeichens im 3D-Raum betont. Die Anzahl der unterschiedlichen Varianten eines Zeichens ist von der Systemsoftware nicht begrenzt, es können also beliebig viele Varianten eines Zeichens kundenseitig eingelesen werden. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass bei mehr als 25 Varianten pro Zeichen selten noch eine signifikante Verbesserung der Lese-Ergebnisse erzielt wird.

**In der Praxis**

Die 3D-Lesestationen sind seit 2004 in der Eisenbahnrad-Produktion in Nizhny Tagil, Vyksa, Dnepropetrovsk und in Spanien installiert. Aus den Erfahrungen dieser Installationen ist inzwischen ein Standard-System für die 3D-Zeichenerkennung von geprägten oder erhobenen Zeichen für



Die 3D-Rohdaten mit Höhendaten sind oben als Graubild codiert, unten die entsprechend segmentierten Zeichen



Es können beliebig viele Varianten eines Zeichens kundenseitig eingelesen werden

den Einsatz in der Gießerei entstanden. Gussteile, wie z.B. Zylinderkurbelgehäuse, Motorblöcke usw., haben die spezifischen Produktionsdaten (Chargennummer, Gießjahr, Gießwoche und Schicht, Gießwerkzeug und Form innerhalb des Werkzeuges sowie ggf. eine Zeichnungsnummer und Index) meist als erhobene Zeichen codiert. Für eine Rückverfolgbarkeit dieser Teile müssen die Produktionsdaten im ersten Schritt automatisch gelesen oder manuell eingegeben werden. Prozesssicher geht das mit 3D-Lesestationen, da die Kameras inzwischen auch mit logarithmischer Kennlinie verfügbar sind und so eine hohe Unabhängigkeit von den typischen Variationen der Oberflächeneigenschaften erreicht wird. Zur weiteren Verfolgung der Teile in den nächsten Prozessschritten wird meist ein DataMatrix-Code (DMC), in dem zusätzlich eine fortlaufende Nummer integriert ist, aufgetragen. Diese Codierung kann dann in den nachfolgenden Stationen auch mit einfachen Lesegeräten sicher gelesen werden.

Die 3D-OCR Systeme von Octum sind sowohl für statio-

näre (dabei wird die Kamera auf einer oder mehreren Achsen bewegt) als auch für bewegliche Teile einsetzbar. Der 3D-Sensor (Laser, Kamera, Optik, Scheimpflugadapter) wird applikationsspezifisch so ausgelegt, dass für die gegebene Oberfläche die beste Auflösung, größte Dynamik und schnellste Abtastung erzielt wird. In der Praxis können das bei einer Tiefenaufklärung von bis zu 10 µm bis zu 5.000 3D-Bilder pro Sekunde sein. Die Prozess-Ankopplung wird kundenspezifisch ausgelegt, wofür die gängigen Schnittstellen zur Verfügung stehen. Die Bedienoberfläche ist zurzeit in Deutsch, Englisch, Russisch und Spanisch verfügbar.

► **Autor**  
 Horst Horvath,  
 Leiter Marketing und Vertrieb

► **Kontakt**  
 Octum GmbH, Ilsfeld  
 Tel.: 07062/91494-25  
 Fax: 07062/91494-34  
 info@octum.de  
 www.octum.de

**Z-LASER**

**Der neue ZM18 Laser**



**Laserbeleuchtung für:**

- Bildverarbeitung
- 3D Vermessung
- Triangulation
- Oberflächeninspektion
- Positionserkennung

**Features:**

- 5-30VDC mit Surge- und Spice- Schutz
- Analoge und digitale Modulation gleichzeitig bis zu 10MHz
- Handfokussierbar
- Bis zu 200mW optische Leistung
- RGB, verschiedene Wellenlängen
- Industrietauglich, IP67

[www.Z-LASER.com](http://www.Z-LASER.com)

# Einfach die besseren Kontakte

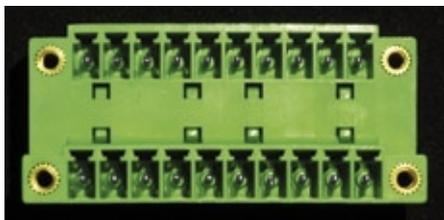
## Inline-3D-Inspektion für die 100%-Kontrolle von Steckverbindern

Die Anforderungen an hochqualitative Bauteile wie Steckverbinder stellen die Produzenten vor große Herausforderungen in der Qualitätssicherung. Die vollautomatische 100%-Kontrolle durch Inline-3D-Inspektion bietet hier große Vorteile. Das von der Firma SAC entwickelte 3D-Prüfsystem Pulsar ermöglicht in Kombination mit dem industriell vielfach bewährten Bildverarbeitungsinterpreter Coake die elegante Umsetzung einer 100%-Qualitätssicherungsstrategie direkt in der Produktionslinie.

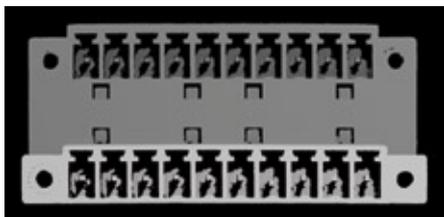
Fehlersuche ist oftmals frustrierend und zeitintensiv und meist sind es die kleinen, einfachen Komponenten, wie Kabel und Steckverbinder, die man zuletzt prüft. Insbesondere bei sicherheitsrelevanten Steckverbindern ist jedoch die Anforderung an die Qualität hoch. Entscheidend für die Qualität sind eine präzise Passgenauigkeit und die Koplanarität der Kontaktstifte. Sind die Anschlussstifte zu kurz, kann der elektrische Kontakt nicht immer garantiert werden, was zu unvorhersehbaren Ausfällen der Anlage führt. Sind einzelne Stifte zu lang, kann es beim Einstecken zu Beschädigungen des Gehäuses kommen. Leicht verbogene Pins schließlich führen dazu, dass diese beim Einstecken nicht auf den entsprechenden Kontaktöffnungen zu liegen kommen und vollständig abgelenkt werden.

### 3D-Vermessung gefordert

Für die Detektion und Beurteilung der zuvor genannten Defekte sind drei Messgrößen zu ermitteln: dx (Verbiegung ho-



Die klassische 2D-Ansicht des Prüflings



Das Höhenbild des Prüflings: dunklere Bereiche sind weiter von der Kamera entfernt

rizontal), dy (Verbiegung vertikal) und dz (Abweichung Pinhöhe). Für die Bestimmung dieser drei Werte benötigt man ein 3D-Messsystem. Als eines der Standardverfahren für schnelle und präzise 3D-Vermessung gilt das Lichtschnittverfahren, das die Veränderungen eines auf das Messfeld gerichteten Linienlasers auswertet. Diese Methode ist bei dieser Applikation nicht geeignet, denn die Kontaktstifte sind meist mit Gold oder Zinn beschichtet, das bei der Laserbeleuchtung zu störenden Reflexionen führt. Zusätzlich entstehen beim Einsatz von kohärentem Licht auf metallischen Oberflächen oft starke Interferenzfehler, sog. Speckelmuster, die das Messergebnis ebenfalls beeinträchtigen.

### Neuer Ansatz für die 3D-Inspektion

Wesentlich robuster arbeitet das neue 3D-Prüfsystem Pulsar der Firma SAC. Aufbauend auf dem Prinzip der Streifenlicht-Topometrie bietet das System eine hohe Messgenauigkeit bei gleichzeitig geringer Erfassungszeit. Dabei umgeht das System die Schwächen des Lichtschnittverfahrens und reduziert den mechanischen Aufwand für die Positionierung des Prüflings um ein Vielfaches. Eine intelligente Auswertelogik ermittelt die Messgrößen für die Beurteilung des Prüflings aus den 3D-Daten je nach Aufgabenstellung. Das System ist so für ein großes Anwendungsspektrum geeignet und erlaubt die schnelle Anpassung an neue Prüfaufgaben.

Den Kern des Systems bildet die Musterprojektions-Einheit: Statt mit kohärentem Laserlicht wird das Messfeld mit einer LED-Lichtquelle beleuchtet. Interferenzfehler sind so von vorneherein ausgeschlossen. Moderne LED-Lichtquellen erreichen mittlerweile sehr hohe

Lichtströme von mehreren hundert Lumen. Sie sind unempfindlich gegenüber Stößen und Vibrationen und haben eine im Vergleich zu konventionellen Lichtquellen lange Lebensdauer von mehreren zehntausend Stunden.

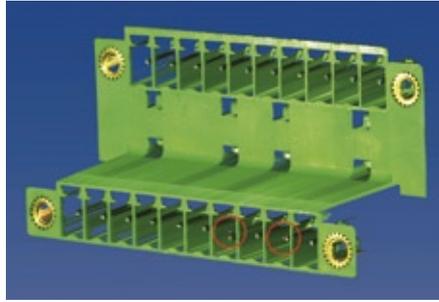
Die verschiedenen Lichtmuster selbst werden von einem Mikrospiegel-Aktor erzeugt: Eine matrixförmige Anordnung mehrerer hunderttausend Mikrospiegel moduliert dabei mit digitaler Präzision den Strahlengang der Lichtquelle. Ein einzelner Spiegel hat eine Kantenlänge von weniger als 20 µm. Mikrospiegel-Aktoren haben Schaltzeiten von unter 100 µs, d.h. es können über 10.000 Schaltwechsel in der Sekunde vorgenommen werden, wodurch sehr hohe Musterwechsel-Raten erreicht werden. Auch die Halbleiterfertigung hat die kleinen lichtformenden Chips für ihre Zwecke entdeckt: Hier werden sie z.B. zur Belichtung von fotolithografischen Masken genutzt.

Eine industrielle Matrixkamera erfasst das Bild des kodierten Lichtmusters. Bei der Streifenlicht-Topometrie wird gleich das gesamte Kamerabild ausgewertet, wodurch sich die Anzahl der Aufnahmen drastisch reduzieren lässt: Es müssen lediglich 20 bis 40 Musterbilder erfasst werden. Dedizierte Hochgeschwindigkeitschips werden daher nicht benötigt und können durch Sensoren mit höherer Bildqualität ersetzt werden. Damit ergibt sich ein weiterer Freiheitsgrad beim Aufbau des Prüfsystems, denn für jeden Anwendungsfall können Optik und Sensorik aus einer breiten Palette von industriellen Bildverarbeitungs-Komponenten gewählt werden. Durch die exakte Synchronisation zwischen Kamera und Projektionseinheit lassen sich hohe Bildraten und damit Scan-Zeiten von unter einer Sekunde erreichen, wodurch wiederum auch bei kurzen Taktzeiten eine zuverlässige Prüfung möglich ist.

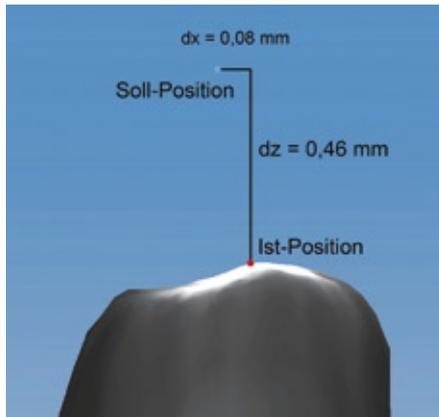
### Unter der Haube

Die erfassten Lichtmuster werden entweder per CameraLink oder IEEE1394b an ein Bildverarbeitungs-System übertragen, wo die Kamerabilder zeitgleich mit der Aufnahme dekodiert werden. Eine Vorverarbeitungsstufe entfernt das bei

jedem Sensor vorhandene Bildrauschen, detektiert und korrigiert eventuell aufgetretene Dekodierungsfehler und errechnet aus der Systemkalibrierung ein präzises Höhenbild des Messfeldes. Auch Abbildungsfehler, die durch die faktisch immer vorhandene Linsenverzeichnung von Kamera und Projektionseinheit auftreten, werden korrigiert und eine Linearisierung des Messbereichs wird vorgenommen. Zusätzlich liefert die Dekodierungsstufe ein farbkalibriertes Texturbild, was dimensionelle und farbmetrische Prüfungen mit nur einer Messung ermöglicht. Da die Farbinformation nicht wie herkömmlicherweise erst durch Farbfilter auf dem Sensor erfasst wird, sondern durch die Variation der Beleuchtung zustande kommt, steht die volle Auflösung des S/W-Sensors auf allen drei Farbkanälen und dem Höhenkanal zur Verfügung. Sind die Messdaten optimal aufbereitet worden, erstellt das System ein texturiertes 3D-Modell des Prüflings, indem einzelne Messpunkte adaptiv mit Flächenelementen verbunden werden. Die Komplexität des 3D-Modells wird dabei automatisch an die der Messdaten angepasst, d.h. auch sehr große Datenmengen lassen sich schnell und ohne Genauigkeitsverlust reduzieren. Die Vorverarbeitung geschieht vollautomatisch und ohne Zu-



Das Ergebnis der automatischen Inspektion: zwei Defekte, sie sind rot markiert (links: Pin verbogen, rechts: Pin zu kurz)



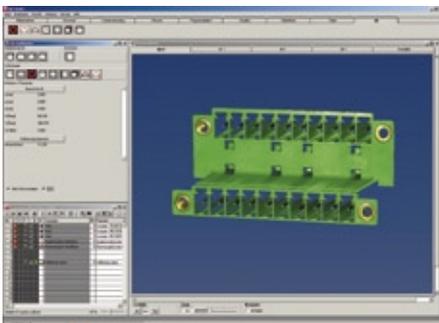
Ansicht von vorne: Detektion eines zu kurzen Pins durch Bestimmung der Höhen-Abweichung dz

tun des Anwenders. Vom Prüfling bis zum fertigen 3D-Modell benötigt es nicht mehr als nur einen einzigen Mausklick.

### Qualitätssicherung per Mausklick

Ist das 3D-Modell erstellt, übernimmt der industriell weit verbreitete Bildverarbeitungs-Interpreter SAC Coake die Auswertung. Mit den speziell für industrielle Prüfaufgaben zugeschnittenen 3D-Funktionen ist die automatische Vermessung und Bewertung von 3D-Modellen ohne großen Zeitaufwand möglich: Der Anwender gibt dem System die zu prüfenden Merkmale (Pin-Höhe und Pin-Positionen)

einmalig per Mausklick oder durch Angabe der Soll-Koordinaten in das System vor. Die erlaubten Toleranzen werden global für alle Merkmale oder individuell für einzelne Merkmale definiert. Ein Prüfprogramm fasst die einzelnen Schritte des Prüfablaufs tabellarisch zusammen und liefert schon beim Anlegen des Prüfprogramms direktes visuelles Feedback: Eine grüne Markierung signalisiert ein Merkmal innerhalb der vorgegebenen Toleranz (IO), mit einer roten Markierung wird das Überschreiten des Toleranzbereichs angezeigt (NIO). Liefert im Prüfbetrieb auch nur einer der Prüfschritte ein negatives Ergebnis, wird der Prüfling als fehlerhaft klassifiziert und ein entsprechendes Signal zurückgeliefert. Dies kann beispielsweise als 24V-Steuersignal oder über Profibus an die Prüfanlage ausgegeben werden, die dann entsprechend reagieren kann, z.B. indem sie das Werkstück aus der Fertigungslinie ausschleust. Durch die grafischen Einlernfunktionen ist es im Handumdrehen möglich, das System an neue Typen anzupassen oder die Prüftoleranzen zu verändern. Alle Messergebnisse werden protokolliert und können statistisch ausgewertet werden. Dadurch wird der Produktionsprozess transparent und Prozessschwankungen können schnell erkannt und lokalisiert werden. Kostenintensive Serienfehler gehören damit der Vergangenheit an.



Die Benutzerschnittstelle des Bildverarbeitungs-Interpreters Coake mit einem 3D-Modell

► **Autor**  
Dipl.-Inf. (TH) Alexander Piaseczki,  
Research and Development

**Kontakt**  
SAC Sirius Advanced Cybernetics GmbH,  
Karlsruhe  
Tel.: 0721/60543-010  
Fax: 0721/60543-200  
sales@sac-vision.de  
www.sac-vision.de

# Real-time Situational Awareness



3D Vision for

- Unmanned Vehicles
- Industrial Automation
- Physical Security
- Retail Management

Real-time Range Data  
Rugged, Compact Packaging  
Low Power and Low Latency

www.tyzx.com +1 (650) 282-4500

# Kosten-Optimierung der Rohrleitungsfertigung

Wirtschaftlich denken heißt fortschrittlich messen

„Geld ist nicht alles, aber ohne Geld ist alles nichts“, sagt der Volksmund. Und wenn es um den Erfolg eines Unternehmens geht, behält das Sprichwort auf jeden Fall Recht. Eine hohe Wirtschaftlichkeit ist oberstes Ziel eines jeden Betriebs und der Garant für die langfristige Existenz eines Standortes. Die laufende Optimierung der Produktionsprozesse und Senkung von Kosten sind daher ständige Herausforderungen, die es zu meistern gilt. Aber an welcher Stelle lohnen sich Einsparungen? Betriebe, die Rohrleitungen fertigen, berichten oftmals von vier Kostenbereichen, die besonders stark zu Buche schlagen: Lehrkosten, Materialkosten, Lagerkosten sowie Einrichtungskosten der Biegemaschinen.

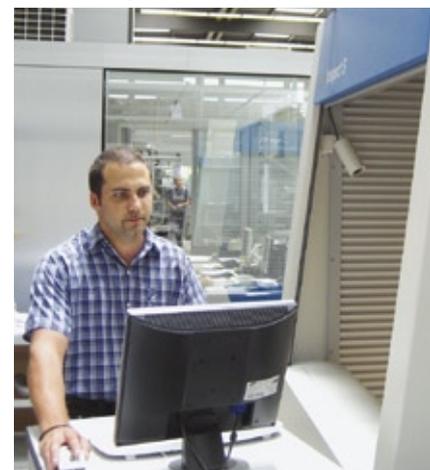
## Beispielhafte Kalkulation für die Einsparung durch Lehrenverzicht:

Bedarf an neuen Lehren pro Jahr	5 Stück à 2.000 €
Kosten für Neueinmessung, Wartung	500 €/Lehre/Jahr
Einsparpotential im ersten Jahr	10.000 €
Einsparpotential im zweiten Jahr	12.500 €
Einsparpotential im dritten Jahr	15.000 €

Um diese Kosten effizient zu senken, lohnt sich heute vielfach eine Investition in moderne Messtechnik. Basierend auf den Erfahrungswerten vieler Rohrleitungshersteller rentiert sich dabei insbesondere der Einsatz von optischen Prüf- und Messmitteln, die speziell für Rohrleitungen ausgelegt sind. Das kamera-basierte Messsystem TubeInspect der Braunschweiger Aicon 3D Systems GmbH wurde beispielsweise in Zusammenarbeit mit Anwendern aus der Automobilindustrie entwickelt und berücksichtigt sowohl die Forderungen von produzierenden Betrieben als auch von Konstrukteuren.

TubeInspect erfasst die Rohrgeometrie innerhalb weniger Sekunden mithilfe von hochauflösenden Digitalkameras, also berührungslos. Hierfür wird die zu vermessende Leitung einfach in der Messzelle abgelegt. Eine beleuchtete Messfläche gewährleistet,

Ralf Unger, tätig in der Qualitätssicherung der König Metall GmbH & Co. KG in Gaggenau, schätzt die schnelle und effektive Prozessüberwachung mit TubeInspect



► Das optische Messsystem TubeInspect ist in der Lage, kostenintensive mechanische Lehren zu ersetzen



Die Schweizer Serto AG verzeichnet seit dem Einsatz der optischen Messtechnik eine deutliche Senkung der Materialkosten

dass alle Bereiche des Rohres optimal erkennbar sind. Die Digitalkameras sind oberhalb der Messfläche angeordnet und blicken aus verschiedenen Richtungen auf die Rohrleitung. Für die räumliche Orientierung der Kameras befinden sich gleichmäßig angeordnete Referenzpunkte auf dem Messfeld. Deren Position bestimmt Aicon bei Inbetriebnahme des Systems auf wenige Hundertstel Millimeter genau. Die Ergebnisdarstellung ist selbst für Anwender ohne technische Ausbildung leicht verständlich und ermöglicht so eine sichere und einfache Beurteilung der Messung.

Doch wie ist TubeInspect nun in der Lage, die Kosten zu senken?

### Eliminierung der Lehrenkosten

Bevor ein Rohr in Serienproduktion geht, werden am Prototypen immer wieder Änderungen bezüglich Form und Material vorgenommen, bis das Rohr optimal den Anforderungen entspricht. Natürlich müssen auch die Prototypen einer Qualitätsprüfung unterzogen werden. Arbeitet man hier mit mechanischen Prüfmitteln, bedeutet das, dass für jeden Prototypen eine eigene Lehre hergestellt

werden muss. Die Kosten hierfür liegen, je nach Rohrleitung, zwischen 2.000 € und 4.000 €. Bei einer Änderung des Prototypen muss auch die zugehörige Lehre angepasst werden, was inklusive Neueinmessung ein bis zwei Wochen in Anspruch nehmen kann. Dies verursacht nicht nur hohe Kosten, sondern führt auch zu langen Lieferzeiten, die für den Kunden häufig inakzeptabel sind. Durch den Einsatz von TubeInspect kann vollständig auf Lehren verzichtet werden. Der Anwender gibt einfach die neuen Soll-Daten (X-, Y-, Z-Koordinaten der Biegepunkte) in die Datenbank des Messsystems ein – und schon nach wenigen Minuten kann die Messung des geänderten Prototypen starten. TubeInspect arbeitet also als virtuelle Lehre für alle erdenklichen Rohrleitungen und kann zu diesem Zweck selbstverständlich auch in der Serienfertigung eingesetzt werden.

Hier lässt sich das Einsparpotential einfach an einem Beispiel verdeutlichen: Eine Produktionsstätte hat jährlich einen Bedarf für fünf neue Lehren zum Preis von je 2.000 €, die für Neuprodukte zum Einsatz kommen. Jährliche Wartung und Neueinmessung hierfür kosten ca. 500 €

pro Lehre pro Jahr. Setzt man hier an Stelle von Lehren ein flexibles Prüfmittel wie TubeInspect ein, ergibt sich bereits im ersten Jahr eine Einsparung in Höhe von 10.000 €, da keine neuen Lehren angeschafft werden müssen. Im zweiten Jahr beträgt diese bereits 12.500 €, da die Wartungskosten für die Lehren des ersten Jahres (fünf Lehren à 500 €) sowie die Investition in fünf weitere Lehren in Höhe von 10.000 € entfallen. Im dritten Jahr ergibt sich entsprechend ein Einsparpotential von 15.000 €.

### Verkürzung der Einrichtzeiten von Biegemaschinen

In der Produktion müssen die Biegemaschinen immer wieder neu eingerichtet werden, z.B. bei Produktwechseln oder weil sich einzelne Materialchargen unterscheiden. Oftmals kümmern sich erfahrene Mitarbeiter der Biegerei um das Einrichten, denn es erfordert viel Fingerspitzengefühl. Und selbst dann kann es sich bei komplizierten Rohren mit vielen Biegepunkten über mehrere Stunden hinziehen. In dieser Zeit steht die Produktion still. Auch hier setzt TubeInspect an: Mithilfe des Messgeräts können die Korrekturwerte innerhalb

## Intelligente OEM Kamera mit abgesetztem Sensor

Intelligent Components von VRmagic arbeiten autark mit eigenem Linux-Betriebssystem. Algorithmen werden über Cross-Compiler auf die Kamera übertragen.



- 300 MHz ARM9 Prozessor
- 600 MHz DSP, 4800 MIPs
- FPGA optional
- 128 MB RAM
- 512 MB Flash-Speicher
- Standard Debian Linux
- UBIFS Filesystem
- GCC Cross-Compiler
- Auflösungen von VGA bis Megapixel

- 100 Mbit Ethernet
- Trigger und Strobe
- USB Host und RS232
- General Purpose I/Os
- Analog-Video-Ausgang

Alle Komponenten von VRmagic werden über die gleiche API angesteuert.

Informationen über streaming, smart und intelligent components von VRmagic unter:

VRmagic GmbH  
Augustaanlage 32  
68165 Mannheim  
Germany

Telefon +49 621 400 416 - 20  
Fax +49 621 400 416 - 99

www.vrmagic-imaging.com  
info.imaging@vrmagic.com



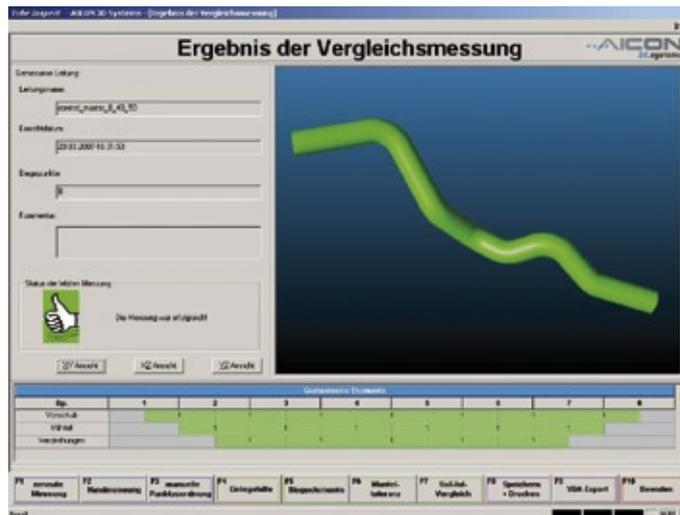
weniger Sekunden ermittelt und direkt an die Biegemaschinen übertragen werden. So nimmt das Einrichten der Biegemaschine nur noch wenige Minuten in Anspruch. Das hierdurch gewonnene Einsparpotential lässt sich sehr deutlich am Beispiel einer typischen Rohrleitungsfertigung aus der Zulieferindustrie darstellen:

Das Beispiel-Unternehmen verfügt über eine Fertigungskapazität von vier Biegemaschinen. Dank einer flexiblen Fertigungsstrategie ist es in der Lage, binnen kürzester Zeit Produkte auch in kleinen Losgrößen zu liefern. Über einen längeren Zeitraum wurde sowohl das Rüstverhalten als auch die Rüstzeit mit und ohne TubeInspect ausgewertet. Im Beobachtungszeitraum wurde jede Biegemaschine im Schnitt zweimal pro Tag umgerüstet. Dank der TubeInspect Messtechnik konnte jeder Rüstvorgang im Mittel um 0,75 h reduziert werden. Unter der Annahme von Maschinenstillstandskosten in Höhe von 100 € je Stunde ergibt sich so bei 200 Produktionstagen pro Jahr bereits ein Einsparpotential von 120.000 € in ersten Jahr.

Das bestätigt auch Ralf Unger, beschäftigt in der Qualitätssicherung der König Metall GmbH & Co. KG in Gaggenu, der TubeInspect seit Dezember 2006 einsetzt: „TubeInspect ermöglicht uns eine sehr schnelle und effektive Prozessüberwachung, denn schon nach wenigen Sekunden bekommen wir Angaben zu den Genauigkeiten unserer umgeformten Rohre. Deshalb ist die Fertigungsfreigabe heute in Rekordzeit erteilt. Früher, als die Messung noch taktil erfolgte, haben wir wirklich lange auf die Freigabe warten müssen. Außerdem konnten wir die Rüstzeit unserer Biegemaschinen deutlich abkürzen. Die so gewonnenen freien Maschinenkapazitäten bedeuten bares Geld für uns.“

### Beispielhafte Kalkulation für die Einsparung durch kürzere Rüstzeiten der Biegemaschinen:

Anzahl Biegemaschinen (BM)	4 Stück
Anzahl Umrüstungen/Tag/BM	2
Zeitersparnis je Umrüstung	0,75 h
Kosten Maschinenstillstandzeiten/h	100 €
Anzahl Arbeitstage/Jahr	200
Einsparung im Jahr: E = 2 Umrüstungen x 4 BM x 0,75 h x 100 € x 200 Arbeitstage =	
	120.000 €



Das Messergebnis wird anschaulich dargestellt und ermöglicht eine sofortige Beurteilung der Qualität

### Senkung der Materialkosten

Die Materialpreise steigen stetig. Insbesondere die hohen Stahlpreise treffen viele Unternehmen empfindlich. So liegt es auf der Hand, dass die Reduktion von Ausschuss enorm wichtig ist. Durch das schnelle Einrichten der Biegemaschinen zahlt sich der Einsatz von TubeInspect auch in diesem Bereich aus. Joe Girtanner, Produktionsleiter beim Schweizer Rohrleitungshersteller Serto AG, berichtet von seinen Erfahrungen mit TubeInspect: „Wir haben markant weniger Ausschussrohre. Das zweite Rohr stimmt, wenn neue Serien anlaufen. Und da wir größtenteils Leitungen aus teuren Materialien herstellen, ist die Kostensenkung in diesem Bereich deutlich zu spüren.“ Beispielsweise nutzt Serto das Material 1.45.71 (rostsäure-

beständiges titanstabilisiertes Edelstahl), um Leitungen für Kaffeemaschinen herzustellen. Dieses hat in den letzten Jahren starke Preissteigerungen erfahren. Durch den optimierten Materialverbrauch werden diese nun teilweise aufgefangen.

### Lagerkosten

Vor allem bei Unternehmen mit einer großen Fertigungstiefe und mit vielen aktiven Produkten ist der Lagerbedarf groß, denn für jede Rohrleitung muss ein Prüfmittel vorhanden sein. Oftmals werden zudem Muster-

rohre aufbewahrt, um einen Folgeauftrag rasch bewältigen zu können. Auch hier bringt TubeInspect Vorteile. Das System ist nicht nur in der Lage, als virtuelle Lehre produzierte Rohrleitungen zu messen, so dass man auf die Herstellung und Lagerung von Lehren verzichten kann. Das System ermittelt zudem die Biegedaten von Musterleitungen, von denen keine CAD-Daten vorliegen. Hierfür wird die Leitung mithilfe der Funktion „Mastermessung“ in zwei verschiedenen Lagen erfasst. Die so gewonnenen Biegedaten werden dann in der TubeInspect Datenbank hinterlegt. Was bringt diese Möglichkeit dem Unternehmen Serto? Joe Girtanner erläutert: „Früher mussten wir von jedem Produkt, egal ob wir es in einer Losgröße von 20 oder 10.000 Stück fertigten, Musterleitungen bei uns lagern. Heute retournieren wir die Leitungen an unsere Kunden, sobald die Daten digital gespeichert sind. Das verschafft uns enorm viel freien Lagerplatz.“

### Fazit

Speziell in Anbetracht der angespannten wirtschaftlichen Lage und des steigenden Konkurrenzdrucks lohnt es sich, hartnäckig an der Minimierung von Kosten zu arbeiten. Gerade bei einem flexiblen Prüfmittel wie TubeInspect lässt sich leichterhand eine Return-on-Investment-Rechnung durchführen. Viele Anwender stellen nach der Kalkulation fest, dass sich eine Investition in optische Messtechnik bereits nach einem Jahr amortisiert – und nichts ist überzeugender als nackte Zahlen.

► **Autorin**  
Jutta Thiel, Marketing & PR Manager

► **Kontakt**  
Aicon 3D Systems GmbH, Braunschweig  
Tel.: 0531/58000-58 · Fax: 0531/58000-60  
info@aicon.de · www.tubeinspect.de



# Ein weiter Weg

## 3D-Messtechnik in Form- und Geometrieanalyse



Von der Idee zum serienreifen Automobil ist es ein weiter Weg, hinter dem viel Entwicklungsarbeit steht. Topometrische Verfahren unterstützen dabei den Prototypen-Bau in der Automobilindustrie. Sie sind mittlerweile so weit fortgeschritten, dass die 3D-Technologie auch Routineaufgaben in der Fertigung übernehmen kann.

Trotz fortschreitender Simulations-Techniken werden Design-Modelle in der Automobilentwicklung vielfach noch aus Modelliermasse geformt. Denn selbst Computermodelle in 3D übersteigen das menschliche Vorstellungsvermögen. Die Modelle werden dabei im Maßstab 1:1 oder 1:4 angefertigt. Ist das Design einmal beschlossen, geht es an den Prototypen-Bau mit einem erheblichen Anteil an Handarbeit. Dies hat zur Folge, dass für die Fertigung notwendige Toleranzen nicht erreicht werden. Die Entwicklungs-Abteilungen wünschen deshalb, dass eventuelle Ungenauigkeiten zu einem CAD-Modell in Beziehung gesetzt und archiviert werden. Dafür hat Breuckmann in enger Zusammenarbeit mit einem deutschen Automobil-Hersteller eine Lösung entwickelt, die die strengen Vorgaben erfüllt.

### Integriertes Tracking

Zur dreidimensionalen Erfassung von Oberflächen wird das Prinzip der optischen Triangulation mit einer strukturierten Beleuchtung kombiniert. Hierbei wird eine Folge genau definierter Streifenmuster auf das Objekt projiziert, die durch eine oder zwei hochauflösende Kameras mit unterschiedlichen Betrachtungswinkeln aufgenommen werden. Auf diese Weise lassen sich laterale Auflösungen von etwa 25 µm und Tiefenaufösungen bis 1 µm erreichen.

Aufgrund der engen Zeitvorgaben des Automobil-Bauers war eine Vorbehand-

lung der zu vermessenden reflektierenden Teile, z.B. mit Anti-Reflexionsspray, nicht möglich. Messgenauigkeiten im Bereich von 0,2 mm wurden gefordert und der Messvorgang an sich sollte automatisiert erfolgen. Die maximale Zykluszeit, so eine der Anforderungen, darf 20 Minuten auch bei großformatigen Karosserieteilen nicht überschreiten. Zur Umsetzung der Zeitvorgaben, Präzision und Handhabung kommt ein standardmäßiger Industrieroboter zum Einsatz. An ihm wird der Weißlichtscanner naviScan<sup>3D</sup> montiert. Ein entsprechend dimensionierter Drehtisch ermöglicht es, die großflächigen Teile bequem von der Vorderseite auch von der Rückseite zu erfassen.

Um die begrenzte absolute Genauigkeit des Roboters zu kompensieren, veri-

fiziert ein im naviScan<sup>3D</sup>-Scanner implementiertes Trackingsystem jede Scanposition. Diese Positionen dienen als Basis für die eigentliche Messung. Da der gesamte Systemaufbau aus unabhängigen Komponenten besteht, ist eine sorgfältige Kalibrierung und Abstimmung der Subsysteme unbedingte Voraussetzung.

Ausführliche Tests zeigten, dass eine sehr gute Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit erreicht wurde. So variiert beispielsweise der Abtastfehler zwischen 0,079 und 0,131 mm, bezogen auf eine Messkugel von 30 mm Durchmesser. Zudem liegt die sog. Kugelabstands-Abweichung unterhalb von 0,2 mm. Diese Werte werden bei einem Messvolumen von 3 x 2 x 2 m<sup>3</sup> erreicht.

### Prozessoptimierung

Vielfältig sind die Aufgaben auch bei der Wirthwein AG, einem Hersteller für Kunststoff-Komponenten: Erstbemusterung, Prozessoptimierung und Qualitätskontrolle diverser Kunststoffteile. Hierbei ist die Auswertung der 3D-Daten bezüglich Geometrie, Form- und Lagetoleranzen sowie ein CAD-Vergleich gefordert. Abbildung 2 zeigt ein Bauteil für eine Fahrzeugtüre mit einer Abmessung von ca. 20 x 14 x 3 cm. Das Material ist teiltransparent, als besonders wichtiges Detail müssen die „Clipse“ mit besonders hoher Genauigkeit erfasst werden. Das Breuckmann-System stereoScan<sup>3D</sup>-HE mit einer Kameraauflösung von 2 x 5 MegaPixel ist seit Anfang des Jahres im Einsatz. Die Objektgeometrie wird mit einem Messfeld von 175 mm überprüft. Das Messpunkt-Raster beträgt ca. 50 µm, die Auflösungsgrenze in Z-Richtung liegt bei 4 µm. Die Merkmalgenauigkeit liegt typischerweise unter 10 µm. In Abbildung 3 sind die Abweichungen vom CAD-Modell in einer Falschfarben-Darstellung visualisiert.

### Oberflächenprüfung im Fertigungsprozess

Die Oberflächenkontrolle von Automobil-Außenhautteilen findet bislang mittels menschlicher Sichtkontrolle statt. Bleiben Oberflächenfehler wie Pickel, Beulen oder Dellen im Bearbeitungsprozess unentdeckt, werden sie erst nach dem Lackieren durch Schattenbildung visuell erkennbar. Dies verursacht eine kostenintensive Nacharbeit und erheblichen Ausschuss. Ziel ist es daher, eine kontinuierliche optische Kontrolle durchzuführen. Hierzu hat die Magdeburger Firma INB Vision AG ein inline-fähiges

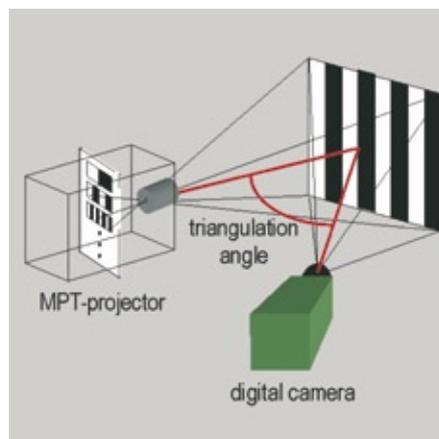
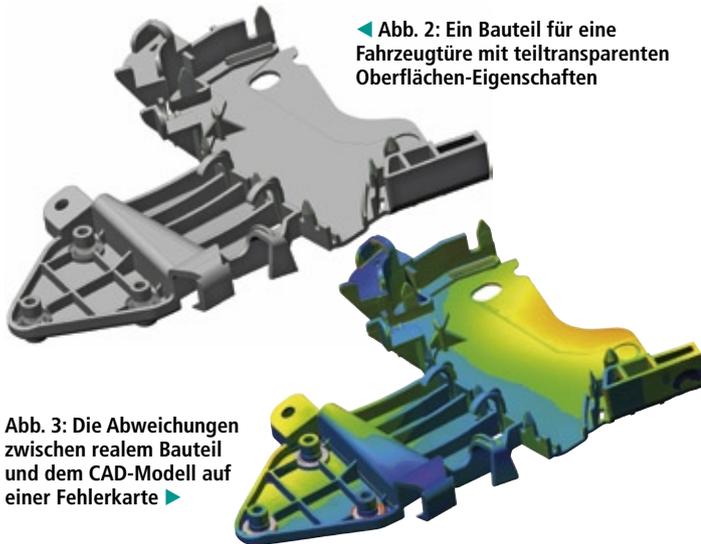


Abb. 1: Das Prinzip der optischen Triangulation



◀ Abb. 2: Ein Bauteil für eine Fahrzeugtüre mit teiltransparenten Oberflächen-Eigenschaften

Abb. 3: Die Abweichungen zwischen realem Bauteil und dem CAD-Modell auf einer Fehlerkarte ▶

Inspektionssystem entwickelt, mit welchem sich auch komplexe Formen automatisch prüfen lassen. Als Inspektionsergebnis erhält man eine „Defect Map“ des überprüften Bereiches. Diese Fehlerkarte zeigt die defekten Stellen auf der Oberfläche an, die durch Rückprojektion zusätzlich optisch auf dem Prüfteil angezeigt werden können (Abb. 4).

Die Konfiguration für ein bestimmtes Prüfteil erfolgt über einen kurzen Trainings-



Abb. 4: Bei der Oberflächeninspektion im Fertigungsprozess werden Fehlerstellen optisch markiert

prozess. Auf der Basis der Trainingsdaten berechnet ein spezieller Algorithmus ein virtuelles Referenzmodell; gegen dieses erfolgt dann der Vergleich des Prüflings. Mittlerweile arbeiten mehrere Installationen bei verschiedenen deutschen Automobil-Herstellern und -Zulieferern zur vollen Zufriedenheit.

Seit April 2009 kooperieren die beiden Firmen Breuckmann und INB Vision. Die Firmen ergänzen sich perfekt, bedienen sie doch zum Großteil einen identischen Kundenkreis: während Breuckmann sich auf die Messung geometrischer Kenngrößen spezialisiert, steht bei INB die Oberflächenqualität im Vordergrund.

### Industrielle Reife

Die Technologie der optischen berührungslosen Erfassung dreidimensionaler Oberflä-

chen sowie deren Form- und Geometrie-Analyse hat inzwischen einen Reifegrad erreicht, der es erlaubt, nicht nur neuartige, sondern vor allem auch Routineaufgaben in der Fertigung zu lösen. Insofern stellen die angeführten Anwendungen einen kleinen, aber repräsentativen Ausschnitt aus dem gesamten Fertigungsspektrum dar. Es ist abzusehen, dass topometrische Verfahren in Zukunft weiter an Bedeutung gewinnen werden.

▶ **Autor**  
Harald Rein,  
Leiter Marketing  
und Vertrieb

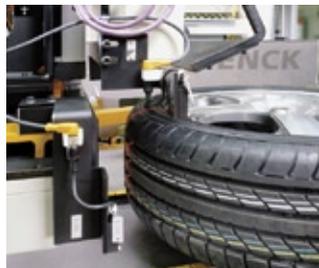


▶ **Kontakt**

Breuckmann GmbH, Meersburg  
Tel: 07532/4346-0  
Fax: 07532/4346-50  
info@breuckmann.com  
www.breuckmann.com

### Lasermodule und Laserprojektoren

Z-Laser präsentiert die neue Produktfamilie ZM18, hoch entwickelte Laser für Bildverarbeitungsindustrie, Messtechnik, Wissenschaft, Medizintechnik und Positionierungsanwendungen. Die Laser sind mit roten, grünen, blauen und infraroten Wellenlängen erhältlich mit einer Ausgangsleistung bis zu 200 mW. Mit diesen neuen Lasern muss sich der Kunde nicht mehr länger mit bestimmten Betriebsspannungen zufrieden geben, sondern sie zeichnen sich durch eine 5-30VDC Versorgungsspannung inklusive Überspannungs- und Verpolungsschutz aus. Analoge und digitale Modulation sind gleichzeitig möglich bei Frequenzen bis zu 20 MHz. Dadurch kann die Laserintensität variiert werden. Es wird auch eine Synchronisierung der Laser mit einer Kamera oder ähnlichen Geräten ermöglicht.



Z-Laser Optoelektronik GmbH  
Tel.: 0761129644-44 · info@z-laser.de · www.z-laser.com

### Infrarotkamera der gehobenen Mittelklasse

Flir Systems stellt die neue Infrarotkamera Flir T335 vor. Dieses Gerät wurde speziell für elektrische und mechanische Inspektionen und die Überwachung von industriellen Anlagen entwickelt. Anwender erhalten mit der T335 eine Infrarotkamera der gehobenen Mittelklasse mit umfangreichen Funktionen, Software und Zubehör zu einem attraktiven Preis/Leistungs-Verhältnis: integrierte Tageslichtkamera, Fusion Bild-im-Bild-Funktion, Berührungsbildschirm und Wechselobjektive. Zum Lieferumfang gehört auch ein umfangreiches Paket aus Zubehör und Software. Schnelligkeit und Genauigkeit bei der Diagnostik in industriellen Anwendungen sind mit der Flir T335 gewährleistet. Das Gerät bietet eine thermische Präzision von 2% und eine thermische Empfindlichkeit von <0,05°C (NETD), wobei der Temperaturmessbereich zwischen -20°C und 650°C liegt.



FLIR Systems GmbH  
Tel.: 069/950090-0 · info@flir.de · www.flir.de

### Mikroskoptisch mit integrierter Steuerung



Der neuartige Mikroskoptisch von ITK, geeignet für alle Aufricht- und Durchlichtanwendungen in der Mikroskopie, besticht durch seinen kompakten Aufbau, die bereits im Tisch integrierte Steuerung und das absolute Messsystem, durch das man zu jeder Zeit exakt die Position kennt. Der verwendete ITK-Linearmotor ermöglicht ein sehr schnelles und präzises Ansteuern der Positionen bis in den nm-Bereich. Auf Verschleißteile wie Lager, Spindel und Endschalter wurde bewusst verzichtet, so dass Systemstabilität, Verfügbarkeit und Lebensdauer des Tisches optimiert werden konnten.

ITK Dr. Kassen GmbH  
Tel.: 06441/65005-12 · h.rausch@itknet.de · www.itknet.de

**FALCON**  
LED LIGHTING SYSTEMS FOR MACHINE VISION  
Falcon LED Lighting Ltd. · Fasanweg 7 · 74254 Offenau  
Web: www.falcon-led.de · Phone: 0(049) 7136 9686-0

## High Speed Video-Kamerasysteme

Olympus bietet erstmalig in Deutschland die neuen Hochgeschwindigkeits-Kamerasysteme der i-Speed Range. Mit den neuen Systemen rundet Olympus die bestehende High Speed Video Produktpalette in den Leistungsbereichen in alle Richtungen ab. Ab sofort sind Aufnahmege-  
schwindigkeiten von 60 bis zu 1.000.000 Bildern/Sekunde möglich. Neben den bewährten Hochgeschwindigkeits-Kamerasystemen i-Speed 2 und i-Speed 3 sind ab sofort die Modelle i-Speed LT (60 bis 2.000 Bilder/Sek.), i-Speed TR (1 bis 10.000 Bilder/Sekunde) sowie das neue HighEnd Modell i-Speed FS (1 bis 1.000.000 Bilder/Sekunde) – alle in Farb- oder Monochrom Ausführung – erhältlich.



Olympus Deutschland GmbH  
Tel.: 040/23773-0 · [ims@olympus.de](mailto:ims@olympus.de) · [www.olympus.de](http://www.olympus.de)

## Universal-C-Mount-System

Während Mikroskopkameras eine einheitliche C-Mount-Schnittstelle besitzen, sind die Kamera-Ausgänge der Mikroskope unterschiedlich definiert. Für ältere Mikroskoptypen sind seitens der Mikroskophersteller oft keine passenden Adapter und Optiken verfügbar. Um trotzdem für aktuelle Digitalkameras maximale Bildqualität und einen sinnvoll angepassten Bildausschnitt zu erreichen, bietet Promicron nun eine Lösung. Mit dem neuen Universal C-Mount-System kann jede C-Mount-Kamera an jedem Mikroskop adaptiert werden. Das Universal C-Mount-System besteht aus einem Basismodul mit einem mikroskopspezifischen Anschlussring und einem C-Mount-Abbildungsobjektiv. Mit dem Basismodul wird für fast alle Mikroskoptypen bzw. Mikroskopmarken eine Gewin-  
dschnittstelle realisiert, die als C-Mount 1x geläufig ist.



Promicron  
Tel.: 07143/4056-0 · [info@promicron.de](mailto:info@promicron.de) · [www.promicron.de](http://www.promicron.de)

Diese Seiten haben wir für Sie im Web gefunden:

<http://www.brainguide.de>

■ Brauchen Sie einen Experten für das Steuerrecht auf den britischen Inseln? Oder einen Insider aus der Nahrungsmittelindustrie? BrainGuide schafft einen Zugang zu tausenden Experten aus hochqualifizierten Wissensmärkten. Das Portal bietet einen kostenfreien Überblick über die Kompetenz und die Expertise jedes einzelnen Experten, aber auch der Organisationen und Unternehmen, in denen die Experten arbeiten.

<http://www.boardtracker.com>

■ Der Boardtracker ist eine Suchmaschine, die sich ausschließlich auf Message-Boards und Foren fokussiert, also Bereiche im Web, die nicht so einfach gegoogelt werden können. Nachrichten können getrackt werden und Alerts können auf der Basis individueller Kriterien vorgegeben werden.

<http://www.inspect-online.com>

■ Unternehmensnachrichten, Produktinformationen, White Paper, Webcasts, Umfragen, Buyers Guide, Eventkalender, Jobportal – alles aus dem Bereich der Bildverarbeitung und optischen Messtechnik, in deutscher und in englischer Sprache. Täglich aktuell.

<http://www.nasa.gov>

■ Bilder, Videos, Podcasts, 3D-Animationen, interaktive Spiele und vieles mehr rund um den Weltraum, die Raumfahrttechnik und die Missionen der NASA. Die Seite ist so cool



wie das Thema selbst und so umfangreich, dass der verregnete November-Sonntagmorgen gerade recht kommt.

<http://www.slideshare.net>

■ SlideShare ist YouTube für Präsentationen, Dokumente und pdfs. Personen und Organisationen laden ihre Präsentationen auf SlideShare hoch, um ihre Ideen zu kommunizieren, mit anderen in Kontakt zu treten und auf sich aufmerksam zu machen. Die Seite hat aktuell 17 Millionen Besucher monatlich.

<http://smarthistory.org>

■ In welche Zeitepoche gehört die Venus von Willendorf? War Michelangelo ein Künstler der Renaissance oder der Romantik? Fragen nach Kunst und Geschichte beantwortet diese Seite – und das optisch gut aufbereitet.

<http://www.slideshare.net/mzkagan/what-the-fk-is-social-media-one-year-later?src=embed>

■ Slideshare als Plattform, um sich anderen in Präsentationsform mitzuteilen? Hier ist ein schönes Beispiel zum Thema Social Media: „Social media is like teen sex. Everybody wants to do it. Nobody knows how. When it's finally done there is surprise that it's not better.“ Was man über Social Media sonst noch wissen sollte, folgt dann auf den weiteren 80 Folien der unterhaltsamen Präsentation.

Schicken Sie uns Ihre Online Favoriten an [contact@inspect-online.com](mailto:contact@inspect-online.com)

# Data + Power = Simplify

## Full Spectrums of ADLINK Frame Grabbers Support "Power over Cable"

**Power over Ethernet**



➤➤ **PCIe-GIE62+**  
2-CH Gigabit Ethernet Vision Interface Card with Trigger and I/O

**FireWire**



➤➤ **PCIe-FIW64**  
4-CH PCI Express® IEEE 1394b Frame Grabber

**Power over Camera Link**



➤➤ **PCIe-CPL64**  
2-CH PCI Express® PoCL Frame Grabber



**10 - 13 Nov.**  
Hall Stand  
**A1 339**

■ Simplified installation ■ Lower maintenance ■ Reduced total cost



Tel: +49-211-495-5552
Fax: +49-211-495-5557  
E-mail: [emea@adlinktech.com](mailto:emea@adlinktech.com)

[www.adlinktech.eu](http://www.adlinktech.eu)

© 2009 ADLINK TECHNOLOGY INC. All rights reserved. All products and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.



## Interview mit Johann Salzberger, Geschäftsführer Micro-Epsilon

**INSPECT:** Herr Salzberger, Micro-Epsilon kann heute auf eine über 40-jährige Unternehmensgeschichte zurück blicken und zählt zu den erfolgreichsten Messtechnik-Anbietern in Europa. Seit wann gehört die optische Messtechnik in das Produkt-Portfolio des Unternehmens und welche Bedeutung haben diese Produkte heute für Sie?

**J. Salzberger:** Micro-Epsilon ist heute eines der bedeutendsten Messtechnik-Unternehmen, da wir dem Messen geometrischer Größen treu geblieben sind und versucht haben, dem Kunden immer die bestmögliche Lösung anzubieten. Deshalb haben wir auch ständig unser Portfolio um neue Messprinzipien erweitert. 1990 wurde die optische Messtechnik ins Produktprogramm aufgenommen. Bereits 1993 präsentierten wir unseren ersten digitalen Lasersensor auf dem Markt. Heute erstreckt sich das Angebot über viele verschiedene Triangulationssensoren, digitale Mikrometer, Laserscanner für die Profilerfassung und konfokale Sensoren. Unsere Echtzeitanpassung an wechselnde Oberflächen RTSC ist bis heute unübertroffen. Die optischen Sensoren spielen seit Jahren eine tragende Rolle im Produktprogramm der Micro-Epsilon. Viele Aufgaben können damit gelöst werden. Die Anforderungen des Marktes sind dabei sehr unterschiedlich, so dass oft auch nach speziellen Kundenwünschen neue Sensoren entwickelt werden.

**Welche Produkte bietet Micro-Epsilon im Bereich der optischen 3D-Messtechnik an und**

**in welchen Applikationen werden diese hauptsächlich eingesetzt?**

**J. Salzberger:** Im Bereich der optischen 3D-Messtechnik verfügt Micro-Epsilon über verschiedene Laserscanner zur Profilerfassung. Die beiden scanControl 2800 und 2810 bilden die High-end Lösung für anspruchsvolle Aufgaben. Diese Sensoren leisten 256.000 Messpunkte pro Sekunde. Für das mittlere Preissegment bieten wir die Baureihe scanControl 2700 und 2710. Die kompakte Bauweise, der integrierte Controller und das hervorragende Preis-/Leistungsverhältnis zeichnen diese Sensoren aus. Die Laserscanner werden hauptsächlich zur Profilerfassung für Aufgaben der Qualitätssicherung verwendet. Dazu gehört z.B. der Einsatz in Koordinaten-Messmaschinen zum berührungslosen und schnellen Einscannen von Oberflächen oder die Kontrolle der Kontur von Kleberaupen bei der Automobilfertigung. Für die 3D-Erfassung ist eine Traversierung des Scanners oder des Messobjekts notwendig, deshalb werden die Laserscanner oft an Roboter appliziert. Auch die gesamte Software des Scanners, die durch die Programmieroberfläche Iconnect schnell zu der gewünschten Lösung der Messaufgabe führt, wird im eigenen Haus erstellt.

**Gemeinsam mit BMW und Forwiss haben Sie ein System für die 3D-Inspektion spiegelnder Oberflächen entwickelt. In welchen Bereichen kommt dieses System heute zum Einsatz?**

**J. Salzberger:** Das System reflectControl erfasst die Oberfläche des Messobjekts

mittels Spiegelung eines Streifenmusters. Verzerrungen durch Beulen, Dellen oder Kratzer lassen sich damit sicher erkennen. reflectControl wird bei größeren und komplexen Objekten an einen Roboter montiert, der das Messsystem um das Objekt bewegt. So ist dies z. B. bei BMW der Fall. Hier wird das System zur Oberflächenkontrolle von fertig lackierten Karossen verwendet. Bei flachen Geometrien wie Metallbändern oder Glasscheiben kann das System linear verfahren werden. Das System wird auf sämtlichen Oberflächen eingesetzt, die einen ausreichenden Glanzgrad aufweisen. Eine kurze Stillstandszeit ist für die Aufnahme von mehreren Rohbildern ausreichend, aus denen eine Darstellung der Oberfläche berechnet wird, die mit traditioneller Bildverarbeitung nicht erreicht werden kann.

**Wie sehen Sie die technische Weiterentwicklung im Bereich der 3D-Technologien für die Produktion? Welche Trends zeichnen sich ab? Was sind Ihre Pläne?**

**J. Salzberger:** Die Anforderungen an die 3D-Technik werden sicherlich in Bezug auf Geschwindigkeit und erreichbare Genauigkeit noch weiter steigen. Ursprung dafür sind hohe Qualitätsanforderungen an das Endprodukt und an den Produktionsprozess selbst. Die Anschaffung einer neuen Technologie zur Qualitätssteigerung bedeutet auf den ersten Blick immer eine hohe Investition. Wenn man aber betrachtet, wie viel damit im laufenden Prozess eingespart werden kann,



sind die Kosten in kurzer Zeit amortisiert. Ist dieser Punkt erst einmal überschritten, kann mit höherer Qualität bei geringeren Kosten produziert werden.

Die Trends gehen dahin, dass Kunden eine Komplett-Lösung fordern. Das System soll schnell die geforderten Leistungen erfüllen, wozu neben der reinen Sensorik auch der gesamte mechanische

Aufbau und die nötige Software gehören. Hier kann Micro-Epsilon punkten, da sich im Haus eine eigene Mechanik Fertigung und eine Software-Entwicklung befinden.

**Micro-Epsilon ist aus eigener Kraft zu einer multinationalen Unternehmensgruppe mit über 500 Mitarbeitern gewachsen und nach wie vor im Privatbesitz. Was ist das Erfolgsrezept? Welche Pläne haben Sie für die Zukunft?**

**J. Salzberger:** Der Erfolg der Micro-Epsilon hat sehr vielschichtige Gründe. Sicherlich sind es auf der einen Seite viele langjährige Mitarbeiter, die aus Überzeugung für Micro-Epsilon arbeiten. Sie besitzen einen sehr ausgeprägten Gemeinschaftsgedanken, der immer wieder zu außergewöhnlichen Lösungen führt. Wichtig sind auch die sog. Unternehmer im Unternehmen. Damit sind Mitarbeiter gemeint, mit einer Arbeitsweise, als ob sie selbst Unternehmer wären. Sie hinterfragen jede Entscheidung nach Effizienz und ordnen sie dem Gesamtziel der Micro-Epsilon unter. Auf der anderen Seite ist Micro-Epsilon seit Bestehen als

ein sehr aufgeschlossener und zuverlässiger Geschäftspartner bekannt, dem Kunden immer wieder gerne vertrauen. Mit ein Grund ist auch der überdurchschnittliche Entwickleranteil im Unternehmen und dazu eine hohe Lösungskompetenz des Vertriebs, der durch einen sehr hohen Ingenieur- und Technikeranteil sehr viel Produkt-Know-how besitzt. In Kombination werden damit außergewöhnliche Lösungen geschaffen.

Wir sind überzeugt, dass das Unternehmen Micro-Epsilon nach der Krise wieder über dem Branchenschnitt wachsen wird.

**Herr Salzberger, das wünschen wir Ihnen und Micro-Epsilon und bedanken uns für dieses Gespräch.**

► **Kontakt**

Micro-Epsilon Messtechnik GmbH & Co. KG,  
Ortenburg  
Tel.: 08542/168-0  
Fax: 08542/168-90  
info@micro-epsilon.de  
www.micro-epsilon.com

TELECENTRIC LENSES



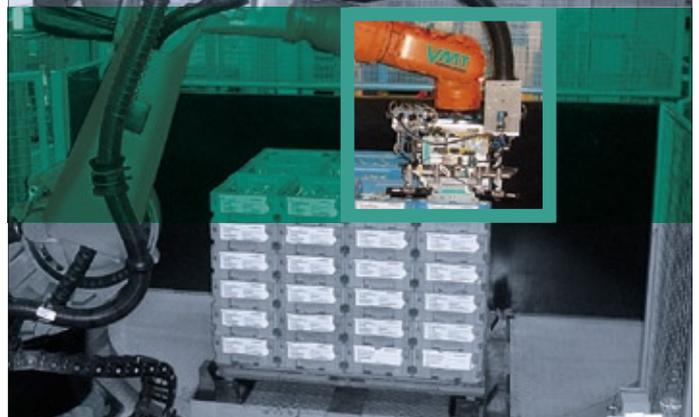
WWW.OPTO-ENGINEERING.COM



**OPTO ENGINEERING**  
THE TELECENTRIC COMPANY

Distributed in Germany by  
**MaxxVision®**

**WIR ZERBRECHEN UNS DEN KOPF,  
ABER NICHT IHRE KISTEN.**



**Systemlösungen zum Materialhandling aus einem Guss.**

Ob Depalettierung von Kleinladungsträgern, Kartonagen, Säcken oder Teileentnahme aus Gitterboxen, Kisten, KLTs – VMT hat auf jede Ihrer Handlungsaufgaben die richtige Antwort. Die modularen VMT Multisensorsysteme passen sich geänderten Randbedingungen an und beherrschen neue Aufgabenstellungen ohne umfangreiche Eingriffe.

Von der individuellen Planung bis zur Realisierung und von der Schulung Ihrer Mitarbeiter bis zur kontinuierlichen Wartung – VMT ist Ihr zuverlässiger Partner und Berater.

VMT Bildverarbeitungssysteme GmbH  
Mallaustraße 50-56 • 68219 Mannheim/Germany  
Telefon: 06 21 842 50-0 • Fax: 06 21 842 50-290  
E-Mail: info@vmt-gmbh.com • www.vmt-gmbh.com

**VMT**  
PEPPERL+FUCHS

Adimec	13
Adlink Technology	47
AIA	6, 13
Aicon	42
Allied Vision Technologies	10, 16, 23, 34
AqSense	17
Basler	13, 16
Baumer	15, 21
Breuckmann	45
Boulder Imaging	6
CCS	14
Cognex Germany	34
Components Express	15
Cypress	13
Daimler	18

Dalsa	15, Inside Front Cover
e2v	14
EMVA	6, 13
Eye Vision Technologies	17
Falcon LED Lighting	46
FH Coburg	30
Flir Systems	46
Fujinon Europe	14
Gidel	17
Hexagon	18
Hitachi	16
Hochschule Darmstadt	20
IDS Imaging Development Systems	16, 18, 19, 34
ifm Electronic	7
ImagingLab	17
Imago Technologies	15
IQM Tools	Inside Back Cover
ITK Dr. F. Kassen	46
JAI	15
JIIA	6, 13
Kappa opto-electronics	16, 17
Kowa	14
Laser 2000	26
Leutron Vision	Outside Back Cover
Leuze Electronic	31
LMI Technologies	8, 17, 18, Front Cover
Matrix Vision	15, 34
Matrox Imaging	17
MaxxVision	16
Mesa Imaging	24
Messe Stuttgart	12
Micro-Epsilon Messtechnik	48
Mikrotron	6
MVtec	17, 18
National Instruments	17, 30
NeuroCheck	17, 29
Norpix	13
Octum	38
Olympus Deutschland	11, 47
Opto Engineering	49
Panasonic Electric Works Deutschland	32
Photonfocus	17
Phytec Messtechnik	17
PMDTec	23
Point Grey Research	5, 15, 28
ProMicon	47
Prosilica	16, 23
Qualimatec Technologies	17
Rauscher	3, 15
SAC	40
P.E. Schall	6

Jos. Schneider Optische Werke	14, 34
Sick	13, 18
Silicon Software	25
Sill Optics	14
Smart Ray	17
Sony	16
Stemmer Imaging	10, 16
SVS-Vistek	34
Tordivel	17
TYZX	37, 41
VDMA	12
Viscom	6
Vision & Control	14
Vision Components	16
Vitronic	18
VMT Vision Machine Technic Bildverarbeitungssysteme	49
VRmagic	14, 35, 43
Z-Laser Optoelektronik	39, 46

## Vorschau



Freuen Sie sich auf unsere nächste Ausgabe, den internationalen INSPECT Buyers Guide 2010, zum ersten Mal in Kooperation mit der EMVA (European Machine Vision Association).

Übersichtlich, vollständig und informativ finden Sie hier Produkt- und Systemhersteller, Integratoren und Lösungsanbieter der Bildverarbeitung und optischen Messtechnik.

Den Rahmen für Produkt- und Firmendaten bildet eine Präsentation der weltweiten Standards in der industriellen Bildverarbeitung, die Ergebnisse der jährlichen Kamera-Umfrage und Einblicke in die Möglichkeiten von Software-Benchmarks.

## Für welche Aufgabenstellung setzen Sie Verfahren der 3D-Bildverarbeitung/3D-Messtechnik am häufigsten ein?



Umfrage

Quelle: Inspect-Online



## IMPRESSUM

**Herausgeber**  
GIT VERLAG GmbH & Co. KG  
Röblerstr. 90  
64293 Darmstadt  
Tel.: 06151/8090-0  
Fax: 06151/8090-144  
info@gitverlag.com  
www.gitverlag.com

**Geschäftsführung**  
Dr. Michael Schön, Bijan Ghawami

**Publishing Director**  
Gabriele Jansen  
Tel.: 06151/8090-153  
gabriele.jansen@wiley.com

**Redaktion**  
Dr. Peter Ebert  
Tel.: 06151/8090-162  
peter.ebert@wiley.com

Andreas Grösslein  
Tel.: 06151/8090-163  
andreas.groesslein@wiley.com

Stephanie Nickl  
Tel.: 06151/8090-142  
stephanie.nickl@wiley.com

**Redaktionsassistentin**  
Bettina Schmidt  
Tel.: 06151/8090-141  
bettina.schmidt@wiley.com

**Wissenschaftlicher Beirat**  
Prof. Dr. Christoph Heckenkamp  
Darmstadt University of Applied Sciences

**Segment Manager**  
Oliver Scheel  
Tel.: 06151/8090-196  
oliver.scheel@wiley.com

**Anzeigenvertretungen**  
Claudia Brandstetter  
Tel.: 089/43749678  
claudia.brandstet@t-online.de

Manfred Höring  
Tel.: 06159/5055  
media-kontakt@t-online.de

Dr. Michael Leising  
Tel.: 03603/893112  
leising@leising-marketing.de

Dirk Vollmar  
Tel.: 06159/5055  
media-kontakt@morkom.net

**Herstellung**  
GIT VERLAG GmbH & Co. KG  
Christiane Potthast  
Claudia Vogel (Anzeigen)  
Michaela Mietzner, Katja Mink (Layout)  
Elke Palzer, Ramona Rehbein (Litho)

**Sonderdrucke**  
Christine Mühl  
Tel.: 06151/8090-169  
christine.muehl@wiley.com

**Bankkonto**  
Dresdner Bank Darmstadt  
Konto-Nr. 01.715.501/00, BLZ 50880050

Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste vom 1. Oktober 2009  
2009 erscheinen 9 Ausgaben „INSPECT“  
Druckauflage: 20.000 (3. Quartal 2009)

**Abonnement 2010**  
8 Ausgaben EUR 45,00 zzgl. 7% MWSt  
Einzelheft EUR 14,50 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

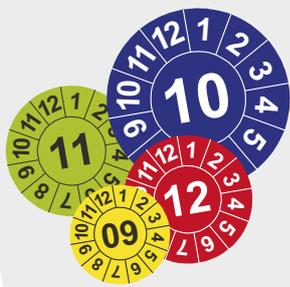
Printed in Germany  
ISSN 1616-5284

Zusätzlich zur deutschen Ausgabe erscheint die INSPECT mit jeder Ausgabe auch in englischer Sprache. Die englische Ausgabe wird als ePaper weltweit an 13.500 Adressaten versendet.

# PRAKTISCHE HILFSMITTEL FÜR IHR QM-SYSTEM: ETIKETTEN, SPERRBÄNDER, MAGNETTASCHEN, STEMPEL ...



WARENANHÄNGER



TERMINETIKETTEN

PRÜFER- UND  
BÜROSTEMPEL



- ▶ QM-ETIKETTEN
- ▶ MAGNETTASCHEN
- ▶ LOCHZANGEN
- ▶ SPC-SEMINARE
- ▶ FACHLITERATUR
- ▶ QM-MUSTERDOKU



KLEBEBÄNDER  
ABSPERRBAND

**IQM TOOLS GMBH**  
Postfach 1135  
D-78084 Brigachtal  
Telefon  
0 77 20 / 81 06 22  
Telefax  
0 772 0 / 81 06 24



Kataloganforderung  
Fax: 07720/810624 Telefon: 07720/810622  
E-Mail: [vertrieb@iqmtools.de](mailto:vertrieb@iqmtools.de)



Direkt bestellen in unserem Internet-Shop  
<http://www.iqmtools.de>

# Die PicSight® Smart GigE wird jetzt noch schlauer!



Die PicSight Smart GigE Kameras jetzt mit Halcon Embedded 9.0 und OpenCV